



BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

(57) 要約: 固定領域 (スタティックセグメント) と可変領域 (ダイナミックセグメント) から成る柔軟なセグメント構成を特徴とする TDMA 方式の通信、例えばフレックスレイのダイナミックスロットにおける、割り付けられた ID 番号による送信機会の不平等を解消するために、各通信サイクル内にダイナミックスロット送信の優先制御を行うための制御フィールドを設け、クラスタを構成するノードは、制御フィールドに該ノードが送信可能なダイナミックスロットに対する優先使用要求の制御情報を設定し、ダイナミックスロットの優先使用要求を前記クラスタ内の全ノードに通知する。クラスタ内の各ノードは、通知されたダイナミックスロットに対する優先使用要求の制御情報に基づいて同一通信サイクルあるいは次の通信サイクルで実際に送信可能なダイナミックスロットを判定する。

明 細 書

送受信システム、ノード及び通信方法

技術分野

- [0001] 本発明は、次世代の車載ネットワークの通信方式として標準化が進められているフレックスレイ(FlexRay)のように固定領域と可変領域から成る柔軟なセグメント構成を特徴とするTDMA方式の通信に関するものであり、その送受信システム、ノード及び通信方法に関するものである。

背景技術

- [0002] 近年の自動車に対しては、エコロジー・省スペース・安全性の観点からのニーズがあり、高速伝送・リアルタイム性・高信頼性の実現とともに、きめ細かな制御が求められている。
- [0003] この要求に応えるため、自動車内の各モジュールは電子制御化が進められ、それぞれ複数の電子制御装置(ECU)が搭載されている。また、これらのECUはネットワークを構成し、ECU間通信にて各制御情報のやり取りが行なわれている。
- [0004] このECU間通信のために現在使用されている、例えばコントローラエリアネットワーク(CAN)など通信プロトコルでは、上記要求が益々求められる中、能力不足が課題と考えられている。そのために、高信頼性を有し高度な制御に対応するものとして、次世代通信方式であるフレックスレイが注目されている。
- [0005] 以下において、固定領域と可変領域から成る柔軟なセグメント構成を特徴とするTDMA方式の1つである、フレックスレイを例に説明するが、これに限定するものではない。

フレックスレイはタイムトリガー方式(別の言い方ではTDMA方式)の通信であり、一定時間(通信サイクル)内をスロットに分割し、そのスロットに決められたノードがフレームを送信する。したがって、予め決められたスケジュールによりデータを確実に転送することが可能であるから、事象の発生に合わせてノードが通信要求を出すイベントトリガー方式(例えばCAN)などに比べデータ通信のリアルタイム性を高めており、また2本の通信路を用いることにより信頼性を高めている。

- [0006] 図1は、フレックスレイを採用した複数のノードからなるクラスタのネットワーク構成例を示す図である。図1の例示では、チャンネルA用のバス(21)とチャンネルB用のバス(22)によりECU#1(11)、ECU#2(12)、ECU#3(13)、ECU#4(14)、・・・、ECU#n(1n)が相互に接続されている。
- [0007] 図2は、フレックスレイにおける通信サイクルとセグメント／スロットの構成を説明する図である。
- フレックスレイの通信スケジュールは、図示のように6ビットで0～63までを繰り返しカウントする通信サイクルと、その1つの通信サイクル内の時分割多重アクセス(TDMA)を管理するセグメント、及びスロットで構成される。セグメントは、スタティックセグメントとダイナミックセグメントに分割されている。
- [0008] スタティックセグメントのスロット数は2～1023であり、スロットIDがスタティックセグメントのスタティックスロットからダイナミックセグメントのダイナミックスロットにかけて付けられている。スロットIDの最大値は2047である。スタティックスロットは固定長であるが、ダイナミックスロットは、ミニスロットをいくつか集めて形成され、可変長となっている。
- [0009] 図2に示す例では、スロットIDが2のスタティックスロットは、ECU#2に割り当てられ、データの送信されないアイドル部、ECU#2用のスタティックフレーム、アイドル部から構成されている。スロットIDが51のダイナミックスロットは、ECU#nに割り当てられ、アイドル部、ECU#n用のダイナミックフレーム、アイドル部の構成となっている。また、通信サイクルの最後には、特別な記号を送信するための固定長のタイムスロットであるシンボルウィンドウSWと、各通信サイクルの最後に設けられた無通信の期間であり、各ノードの通信コントローラがこの期間にいくつかの演算処理を行うネットワークアイドルタイムNITに割り当てられている。
- [0010] 図示のように、スタティックスロットの各ECUへの割当は、通信サイクルが1から2になっても同じであり、スロット1はECU#1に、スロット2はECU#2に、のように割り当てられている。
- [0011] 図3はスタティックセグメントの送信処理を説明する図である。通信サイクルの先頭でチャンネルA用及びチャンネルB用のスロットカウンタは初期化され、スロットカウンタで現在のスロット位置を監視する。そして、自ECUが使用するフレームIDとスタティック

スロット番号が一致したときにフレームを送信する。各チャネルのスロットカウンタはスタティックセグメント期間中も別々の制御を受けるが、同一のカウント値となる。

[0012] 先に述べたように、スタティックセグメントの各スロットのサイズは固定長であり、マクロティック(MT)というクラス内で同一の長さ(時間)を有する単位で4~659MTの範囲の値をとる。そのスロット内でのフレームの送受信は各通信サイクルで毎回保証される。

[0013] 図4はダイナミックセグメントの送信処理を説明する図である。ダイナミックセグメントは、スロットより小さく最小単位である時間領域を占めるミニスロットから構成される可変長スロットの転送領域を持っている。したがって、ダイナミックセグメントでは可変長フレームの送受信が可能である。ミニスロットの長さは2~63MTの範囲であり、その数は0~7986の範囲である。

[0014] 図4に例示したように、スタティックセグメントの最後のスロットIDが50とすると、スロットカウンタはそのカウント値を引き継ぎ、チャネルA用のスロットカウンタもチャネルB用のスロットカウンタもカウント値 $m=51$ となる。そして、ダイナミックセグメントにおいては、スロットカウンタは現在のミニスロット位置を監視する。

[0015] スロットカウンタはチャネル毎に個別の動作となる。図4の例示では、チャネルAではスロットカウンタ値が m の時にフレームが送信され、その期間のカウント値は m であるが、チャネルBではその間にカウント値が m 、 $m+1$ 、 $m+2$ 、とカウントアップし、 $m+3$ でフレームIDが $m+3$ のフレームが転送されている。フレームが転送されていない領域ではミニスロット毎にスロットカウンタのカウント値がインクリメントされている。

[0016] また、ダイナミックセグメントのスロットは、スロットID番号の若いスロットから優先的に送信されるため、従来のダイナミックセグメントにはスロットID番号が大きいほどスロットの送信の優先度が下がる。このため、ダイナミックセグメント内でデータサイズの大きいフレームがスロットIDの小さい番号で送信されると、以降のスロットにおいてフレーム送信時間が足りなくなりフレームが送信出来なくなる場合がある。

[0017] 図5はダイナミックセグメントにおける制約を説明する図である。

ダイナミックセグメントに関して、順次フレームを転送した後にフレーム転送が可能である最後に至ったかを判別するためのpLatestTxというパラメータが用いられる。こ

のパラメータは0～7981ミニスロットの範囲の値をとることができるが、最大長のダイナミックフレームを最後に送信できるように決定する必要がある。ダイナミックフレームの最大長は、ヘッダ、ペイロード、トレイラの長さの和であり、262バイトである。

[0018] 順次ダイナミックフレームが送信され、pLatestTxまでのミニスロットの時間領域を最後として新たなスロットの送信は禁止される。したがって、スロットID番号の若いスロットを使う優先度の高いフレームがpLatestTxまで送信された場合、優先度の低いフレームは、現在のサイクルでは送信することができない。

[0019] このため、優先順位付けの必要が無い場合にも必然的にIDによる優先付けが行なわれてしまい、本来優先順位的に同等なスロットの送信にも割り付けられたID番号により送信完了の頻度に格差が生じてしまう。

[0020] 例えば、フレックスレイ伝送路と他のプロトコルによる伝送路を接続するゲートウェイシステムにおいて、フレックスレイ側の出力キューのゲートウェイ内での優先順位には差がないとしても、フレックスレイ側の出力キューごとに送信出力用のダイナミックスロットを割り当てた場合、スロットIDの割り当てにより、本来の優先順位としては等しいはずのキュー同士でもスロットIDによる優先度の差異からメッセージ転送量に差が生じてしまうことが起こり得る。

[0021] 上述のフレックスレイの規格文書は、下記非特許文献1のホームページにアクセスすることにより、ダウンロードすることが可能である。

下記特許文献1には、フレックスレイと同様にタイムトリガー方式を採用した通信方式において、制御チャネルあるいはデータチャネルの容量をダイナミックに変更する技術が開示されている。

[0022] 下記特許文献2には、CAN伝送路のメッセージとフレックスレイ伝送路のメッセージを相互に変換する通信メッセージ変換装置が記載されている。

特許文献1:特表平11-514812号公報

特許文献2:特開2005-328119号公報

非特許文献1:「フレックスレイ コミュニケーション システム プロトコル スペシフィケーション」Ver.2.1 Rev.A

(2005年12月22日)

(htt

p://www.flexray.com/index.php)

発明の開示

[0023] 上述のように、フレックスレイを採用したネットワークにおいては、スタティックスロットは各ノードから均等に送信されるものの、ダイナミックスロットについては、割り付けられたID番号が大きいものは送信される頻度が少なく、ID番号が小さいものは送信頻度が多いというID番号による送信機会の不平等が存在する。

[0024] すなわち、フレックスレイのプロトコル仕様では、ダイナミックセグメントの帯域が足りなくなった場合、現通信サイクルでは送信できなくなり、次の通信サイクルにフレーム送信が延期される。また、スロットIDが小さい番号でフレームを数多く、もしくは長いフレームを送信した場合は、常にダイナミックセグメント時間が足りなくなりスロットIDが大きい番号の送信ノードからはなかなか送信できない可能性が高い。

[0025] しかし、スロットIDが大きいと優先度が低いノードであったとしても、現通信サイクルで送信しなければならないフレームが発生することもある。

そこで本発明は、ダイナミックスロットにおける送信機会の不平等を必要に応じて解消できるようにしようというものであり、ID番号の大きいスロットが、ID番号の小さいスロットと同程度以上の送信を可能とする方式を提供するものである。

[0026] 本発明によれば、フレックスレイを採用した送受信システムにおいて、各通信サイクル内にダイナミックスロット送信の優先制御を行うための制御フィールドを設け、一つの送受信システムを構成するノードは、制御フィールドに該ノードが送信可能なダイナミックスロットに対する優先使用要求を含む制御情報を設定し、ダイナミックスロットの優先使用要求を前記送受信システム内の全ノードに通知する。

[0027] そして本発明によれば、送受信システム内の各ノードは、通知されたダイナミックスロットに対する制御情報に基づいて同一通信サイクルあるいは次の通信サイクルで実際に送信可能なダイナミックスロットを判定する。つまり、この優先使用要求の制御情報をもとに、受信したノードでは優先判定を行い、非優先であるスロットを持つ送信ノードでは、帯域が不足する場合には非優先フレームの送信を止め、優先要求しているスロットのために帯域を空ける。

[0028] このよう優先使用要求をすることにより、IDの番号が大きく優先度が低いスロットにおいても、確実にフレームを送信することが可能となる。

したがって、本発明によれば、各ノードがダイナミックセグメントで送信する必要性が生じた場合に、ダイナミックスロットの優先使用要求を行うことでID番号が大きいため送信完了の頻度が低下するダイナミックスロットの送信を救済することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]フレックスレイを採用したネットワーク構成例を示す図である。

[図2]フレックスレイにおける通信サイクルとセグメント／スロットの構成を説明する図である。

[図3]スタティックセグメントの送信処理を説明する図である。

[図4]ダイナミックセグメントの送信処理を説明する図である。

[図5]ダイナミックセグメントにおける制約を説明する図である。

[図6]本発明による制御フィールドの第1の構成例を説明する図である。

[図7]本発明による制御フィールドの第2の構成例を説明する図である。

[図8A]バス接続によるクラスタ構成例を示す図である。

[図8B]スター接続とバス接続の混在したクラスタ構成例を示す図である。

[図9]本発明によるノード構成例を説明する図である。

[図10A]本発明の実施例1において制御フィールドの第1の構成例を採用した場合を説明する図である。

[図10B]本発明の実施例1において制御フィールドの第2の構成例を採用した場合を説明する図である。

[図11]本発明の実施例1において1ビットの優先情報を用いた場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。

[図12]本発明の実施例1において1ビットの優先情報を用いた場合のダイナミックスロットの送信処理フロー例を示す図である。

[図13]本発明の実施例1において2ビットの優先情報を用いた場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。

[図14]本発明の実施例1において優先情報と送信バイト数を用いた場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。

[図15]本発明の第2の実施例を説明する図である。

[図16]本発明の実施例2において1ビットの優先情報を用い、かつグループ単位で優先判定を行う場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。

[図17]本発明の実施例3において1ビットの優先情報を用いた場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。

[図18]本発明の実施例3において2ビットの優先情報を用い、かつ最高優先度とその次の優先度の優先要求に対してダイナミックセグメント全体で優先判定を行う場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。

[図19]本発明の実施例3において優先情報と送信バイト数を用いた場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

[0030] 本発明を実施するための形態は、様々な観点から見たそれぞれの実施形態が存在する。

最初に本発明の制御フィールドをどのように構成するかについての実施形態について説明し、次に制御フィールドに設定された制御情報に基づいてどのように優先判定を行うかという形態について、実施例1～3として説明する。また、ハードウェア構成についても説明する。

[0031] 図6は、本発明による制御フィールドの第1の構成例を説明する図である。図6においてスタティックセグメントのスロット3を拡大して示しているように、第1の構成例ではスタティックスロットのペイロード部分にダイナミック要求フラグ領域(制御フィールド)を設ける。

[0032] 制御フィールドの第1の構成例を採用することにより、優先使用を要求する制御情報の送受信の確実性が向上し、ダイナミックセグメントが始まる前に制御情報が得られるので処理が容易であるという効果が得られる。したがって、制御フィールドの送信を毎回確実に行う必要がある場合に有効である。

[0033] 制御フィールドに格納される制御情報は、使用される全てのダイナミックスロットに対応するビット情報の集合である。図示のようにダイナミックスロットのスロット番号が n から $n+k$ であれば、制御フィールドの制御情報はスロット n 使用要求ビットからスロット

$n+k$ 使用要求ビットにより構成される。図示の例では、スロット3に割り当てられた送信ノードが使用することを求めるスロットMに該当する位置のビットを1にすることでダイナミックスロットの優先使用を要求している。

[0034] 各ノードでは、スタティックスロット受信処理において、各スタティックスロットの制御情報を確認し、自ノードに割り当てられたダイナミックスロット以降のダイナミックスロットに対して優先使用の要求があり、自ノードが送信することにより優先使用要求がされているスロットの送信帯域が不足することになるのであれば、自ノードに割り当てられたダイナミックスロットを用いたフレームの送信をキャンセルする。

[0035] なお、優先使用要求の制御対象のダイナミックスロットは、同一通信サイクル内とすることもできるし、次の通信サイクルのダイナミックスロットとすることもできる。

図7は、本発明による制御フィールドの第2の構成例を説明する図である。第2の構成例では、制御フィールドをダイナミックセグメントに設定する。この場合、ダイナミックセグメントは制御情報用のスロット領域とデータ用のスロット領域に分割される。各ノードに対して、1つずつ制御情報用のスロットが割り当てられる。

[0036] スタティックセグメントは、スロット長、フレーム長、ペイロード長が固定であり 一部のフレームでサイズが大きくなったとしても全体のスタティックスロットに影響するので、制御フィールドの第1の構成例を採用した場合、スタティックセグメント全体の帯域が不必要に大きくなる可能性がある。そこで、制御フィールドの第2の構成例を採用し、ダイナミックセグメントに制御情報を移すことにより、スタティックスロットの帯域の最小化が可能となる。

[0037] また、毎回確実に制御フィールドを送信する必要がなく、例えば要求するときのみ制御フィールドを送信する場合、第1の構成例のようにスタティックスロットで制御フィールドを送信するとオーバーヘッドが大きい。

[0038] 一方、ダイナミックセグメント領域は、必要がなければフレームを送信する必要がないので優先使用要求が無ければ優先使用要求用のフレーム送信する必要がない。したがって、帯域を効率的に使用することができる。

[0039] 図7においてダイナミックセグメントのスロット $n+2$ を拡大して示しているように、第2の構成例の制御情報用のダイナミックスロットは、ヘッダ部と制御フィールドとCRCチ

エック用のトレイラ部から構成される。図示のようにデータ領域のダイナミックスロットのスロット番号が $n+m$ から $n+m+1$ であれば、制御フィールドはスロット $n+m$ 使用要求ビットからスロット $n+m+1$ 使用要求ビットで構成される。図示の例では、スロット $n+2$ に割り当てられた送信ノードが使用することを求めるスロット M に該当する位置のビットを1にすることでダイナミックスロットの優先使用を要求している。

[0040] 各ノードは、ダイナミックスロットの優先使用を要求するときのみ、制御情報用のスロットに優先使用の要求情報を送信する。

要求情報の送信方法としては、図示のようにダイナミックスロットに対応したビット位置による方法のほかダイナミックスロットのIDを指定する方法が考えられる。しかし、フレックスレイにおいては、1つのノードが複数のダイナミックスロットに対してフレームを送信可能である。したがって、優先使用の要求情報の送信方法を決めるには、1つのノードが複数のダイナミックスロットに対し送信要求を行なう場合を考慮する必要がある。すると、図6及び図7に示したように、制御フィールド内の情報として、優先使用要求されうる全ダイナミックスロットごとに優先使用要求情報(制御ビット)を設ける手法が、同時に複数のダイナミックスロットの優先使用要求情報を送信する場合に有効である。

[0041] 全ダイナミックスロットごとに制御ビットを設けることにより、その通信サイクルあるいは次の通信サイクルでのダイナミックセグメント内で優先要求されるスロットが明確になり、優先要求に応じたダイナミックセグメント時間内での帯域の割り当てが可能となる。

[0042] そして、優先使用情報のフォーマットは予め定められた全ダイナミックスロットに対応した形になることから、クラスタ内の全送信ノードが同一フォーマットにて優先使用情報を設定することができ、全受信ノードでの処理方法が統一され、かつ判定結果が同一になる。また、1つのノードが複数のスロットに対する優先使用要求情報を送信することも可能である。

[0043] さらに、送信可能なダイナミックスロットの帯域幅を一定とすれば、優先使用要求の要求数のみで送信可能なスロットの判定をすることができるので、判定方法が容易である。

また、後に説明するように、1つのスロットに対する制御ビットを複数ビットにすること

により、優先度のレベルも設定可能となりきめの細かい制御が可能となる。

[0044] 上記のようにして送信された優先使用要求情報に対する各ノードの制御情報用スロット受信処理において、各ノードは制御情報を確認する。自ノードに割り当てられたダイナミックスロット以降のダイナミックスロットに対して優先使用の要求があり、自ノードが送信することにより優先使用要求がされているスロットの送信帯域が不足することになるのであれば、自ノードに割り当てられたダイナミックスロットを用いたフレームの送信をキャンセルする。

[0045] なお、第2の構成例を採用した場合も、第1の構成例を採用した場合と同様に、優先使用要求の制御対象のダイナミックスロットは、同一通信サイクル内とすることもできし、次の通信サイクルのダイナミックスロットとすることもできる。

[0046] 次に、本発明を実施するためのハードウェア構成について説明する。

図8Aはバス接続によるクラスタ構成例を示す図である。図8Aに示す例では、バス(80)により、ノード1(81)、ノード2(82)、ノード3(83)、ノード4(84)、・・・、ノードM(8m)が接続され、1つの送受信システムであるクラスタを構成している。

[0047] 図8Bはスター接続とバス接続の混在したクラスタ構成例を示す図である。図8Bに示す例では、スターカプラ(89)により、ノード1(81)、ノード2(82)、ノード3(83)、バス(80)が接続され、ノード4(84)、・・・、ノードM(8m)がバス(80)により接続されて全体で1つのクラスタを構成している。

[0048] 勿論、スター接続だけによるクラスタ構成も可能である。また、上記のクラスタ構成自体は従来のもと同じである。また、バスやスターを1本の線で表記しているが、先に述べたとおり、物理的には2本の伝送路から構成されている。

[0049] 図9は、本発明によるノード構成例を説明する図である。ノード(90)は送受信データの処理や制御を行うCPU(91)と他のノードとのバスを介した通信の制御を実行するコミュニケーションコントロール部(92)から構成される。

[0050] コミュニケーションコントロール部(92)は、CPU(91)とのインタフェースを提供するCPU-IF部(93)、タイムトリガーのタイミング制御を実行するタイミング制御部(94)、バスとの間でデータの送受信制御を行うバス送受信制御部(95)、優先情報を記憶する優先情報部(96)、及び送受信メッセージを格納するメッセージ情報部(97)を含んで構成さ

れる。

[0051] CPU(91)は送信したいデータをこのメッセージ情報部(97)に設定する。また、受信データはこのメッセージ情報部(97)から読み出す。

バス送受信制御部(95)は、タイミング制御部(94)の情報をもとに、フレームの送信および受信を行う。また、フレームフォーマットの組み立てあるいは分解も行う。

[0052] フレームを送信するときは、タイミング制御部(94)からの指示でメッセージ情報部(97)より送信データを移動しバスへの送信制御を行う。また、送信する優先情報があるならば情報フィールドに印加して送信する。

[0053] バスからフレームを受信した場合は、メッセージ情報部(97)に受信データを格納する。また優先使用要求の情報は、優先情報部(96)に格納する。

タイミング制御部(94)は、タイムトリガ(別の言い方ではTDMA)のタイミングを制御する。すなわち、自ノードの送信スロットになるとバス送信要求をバス送受信制御部(95)に指示する。また、優先情報部(96)の優先情報をもとにバス送信タイミングの優先制御を行う。あるいは、CPU(91)からの送信指示でバス送信タイミングの制御を行う。

[0054] 優先情報部(96)は、自ノード用(送信)優先情報を格納するレジスタであるTxレジスタ(98)と他ノードからの優先情報を制御単位毎に格納するレジスタ群(Rxレジスタ(99))を備える。

[0055] これらのレジスタは、優先制御されるスロットの数だけフィールドを有する。

自ノードが優先情報を設定する場合、CPU(91)がCPU-IF部(93)を通してTxレジスタ(98)の該当フィールドに優先情報を設定し、メッセージ情報と共にペイロードデータを構成して、バス送受信制御部(95)から自ノードの送信スロットのタイミングでバスに送信される。

[0056] 他ノードからの優先使用情報は、Rxレジスタ(99)に格納され、制御単位ごとに各受信スロットからの優先使用情報の論理和として格納される。

例えば、同一の制御単位であるスロット1とスロット2がある場合、スロット1からの受信優先使用情報が“00010”とし、スロット2からの受信優先使用情報が“00100”であれば、Rxレジスタに格納される情報は“00110”となる。

[0057] 後に詳細に説明するが、優先制御判定を行う制御単位ごとに同一通信サイクル内

の全ての優先使用情報が格納されると、優先制御の計算が行われる。そして、タイミング制御に必要な情報をタイミング制御部(94)通知する。

[0058] 優先制御の計算を行なう処理方法は、優先情報部(96)内に演算処理部を設けるハードウェア処理、またはCPU(91)がCPU-IF部(93)を通して優先情報を取得し、演算を行なうソフトウェア処理の2つの方法がある。

[0059] 以下にそれぞれの処理例の概要を示す。

ハードウェア処理の場合、全ての優先使用情報取得後、同一の通信サイクル内の制御対象ダイナミックセグメントに対し送信制御されるまでの間に優先情報部(96)内の演算部で、優先処理演算を行う。演算の結果優先使用により送信キャンセルを行なうダイナミックスロットがあれば、タイミング制御部(94)に演算処理結果を通知する。

[0060] タイミング制御部(94)は演算処理結果に応じ、ダイナミックスロットの送信をキャンセルする。

また、優先情報のRxレジスタのリセットは、演算処理結果通知後、次の通信サイクルが開始されるまでに行なわれる。

[0061] ソフトウェア処理の場合、全ての優先使用情報取得後、CPU(91)が優先情報のRxレジスタの情報を取得し、優先処理演算を行ないその結果を、CPU-IF部(93)を通してタイミング制御部(94)に通知する。

[0062] タイミング制御部(94)は演算処理結果に応じ、ダイナミックスロットの送信をキャンセルする。

なお、この場合の制御対象となるダイナミックスロットは、同一通信サイクル内のダイナミックスロット、または、次の通信サイクル内のダイナミックスロットのいずれかの制御が可能となる。

[0063] また、優先情報のRxレジスタのリセットは、演算処理結果通知後、CPU(91)の操作により行なわれる。

実施例 1

[0064] 次に本発明の実施例1として、ダイナミックセグメント内の全ダイナミックスロットについて一括で送信可能なスロットを判定する態様を説明する。実施例1では、必然的にダイナミックセグメント全体で一括して優先判定を行うことになる。

[0065] 送信可能なノードは1つでないため、複数ノードがそれぞれの送信ダイナミックスロットに対し優先使用要求を出す場合を考慮する必要がある。また、1つの通信サイクル内でトータル的に判定する必要がある。

[0066] 1通信サイクルのダイナミックセグメントを一括して判定する実施例1の判定方式では、通信サイクル単位で1回の判定で済むので処理が容易である。また、ハード/ソフトによるリアルタイムの制御も可能であるが、ソフトの処理では厳しいときなどは、今回の通信サイクルで得た優先使用要求情報を次の通信サイクルの送信割付に反映して処理することも可能であり柔軟性が高い。

[0067] 図10Aは、本発明の実施例1において制御フィールドの第1の構成例を採用した場合を説明する図である。以下、ノード1(101)、ノード2(102)、ノード3(103)がバス接続されたクラスタを例に説明する。

[0068] なお、以下、具体例を挙げて説明をするときは、同じクラスタ構成のものを前提として説明をする。

制御フィールドの第1の構成例では、スタティックスロットで転送されるフレームに制御フィールドを設ける。制御フィールドを送信するスロットに送信可能なフレームには、図示のように制御情報とともにペイロードを送信するものと、制御情報のみを送信するものがある。図示の例ではスタティックスロットがノードの数と同数の3スロットしかないがもっと多くてもよい。

[0069] スタティックスロットで各ノードが優先使用要求情報を送信し、受信側では全ての優先使用要求情報を取得して優先使用要求を制御する。

図10Bは、本発明の実施例1において制御フィールドの第2の構成例を採用した場合を説明する図である。

[0070] 制御フィールドの第2の構成例では、ダイナミックセグメントの先頭からノード数分のスロットで転送されるフレームに制御フィールドを設ける。図示の例では、3ノードの構成なのでダイナミックセグメントの最初の3スロット分を制御フィールドを送信するフレーム用のスロットとして割り付けている。この割り付けられたスロットに各ノードから優先使用要求情報を送信する。この場合、第1の構成例と同じく、割り付けられたスロットにペイロードを合わせて送信することも可能である。また、第1の構成例の場合と同じ

く、受信側では全ての優先使用要求情報を取得して優先使用要求を制御する。

[0071] 次に、実施例1における受信側での優先使用要求情報を用いた優先判定方法について詳細に説明する。先に説明したように、実施例1においては、優先使用要求をする送信ノードから送信されたフレーム内の制御フィールド情報を各受信ノードにてバッファリングを行い、その通信サイクル内のダイナミックセグメントで使用される全ての優先使用要求情報を揃えてから一括して優先判定を行なう。

1.全ての制御フィールド情報を得た後に、優先使用要求スロットの数(p 個)を算出する。

2.全送信可能ダイナミックスロットの数(total_dslot 個)は既知であるため、1.の結果から優先使用要求のされていないスロットの数(np)は以下の[式1]で求められる。

[0072] [式1] $\text{np} = \text{total_dslot} - p$

3.また、以下の[式2]により、送信可能な優先スロット数(allow_p)、及び送信可能な非優先スロット数(allow_np)を求める。

[0073] [式2] $\text{segment_length} > (\text{allow_p} + \text{allow_np}) \times \text{slot_length}$

但し、

segment_length :ダイナミックセグメント長

allow_p :送信可能な優先スロット数 ($0 \leq \text{allow_p} \leq p$)

allow_np :送信可能な非優先スロット数 ($0 \leq \text{allow_np} \leq \text{np}$)

slot_length :ダイナミックスロット長

各ノードではこの[式2]をもとに、全優先要求スロットの送信に必要な帯域を計算し、送信するダイナミックスロットを決定する。そのために、下記の手順を実行する。

4.まず、 allow_p を求める。

[0074] [式3] $\text{segment_length} > p \times \text{slot_length}$

が成立すれば、 $\text{allow_p} = p$ となり、次に下記5. に示すように[式2]を満足する最大値として allow_np を求める。

[0075] [式3]が成立しない場合、次の式で allow_p を求める。

[式4] $\text{allow_p} = \text{segment_length} \div \text{slot_length}$ (小数点以下切捨て)

この場合、送信可能な非優先スロットの割当てではなく、また、要求されている優先ス

ロットの中から送信可能なスロットを選択する必要がある。

[0076] 送信可能なスロットの選択は、スロット番号の小さい方が優先度が高くなっているので、要求されている優先スロットのスロットIDに従い行われる。

5. [式3]が成立した場合、次のようにallow_npを求める。

[0077] [式2]より以下の式が展開できる。

$$[式5] \quad allow_np = segment_length \div slot_length - allow_p$$

(小数点以下切捨て)

この[式5]より非優先スロットの送信可能なスロットが判明し、スロット番号の小さい方が優先度が高くなっているので、そのスロットIDに従い送信可能なスロットを割当てる。

6.この割当てられた送信可能なスロットにより、各送信ノードが送信の有無の設定を行う。

[0078] なお、上記手順は、slot_lengthが同一の場合として求めた例である。後述のデータ長(スロット長)も制御フィールドにおいて通知される場合には、各スロット個別のスロット長の累積和が上記各式を成立させるようにして送信可能なスロットを求めることができる。

[0079] また、同じく後述の優先使用要求レベルを複数持たせる場合は、上記の優先→非優先の順番で送信可能なスロットを判定したのと同様に、高い優先レベルから順番に送信可能なスロットを決めていく。

[0080] なお、制御フィールドの構成としてダイナミックセグメントに優先使用要求情報を送受信する第2の構成例を採用した場合には、ダイナミックセグメント時間から、優先使用要求情報の送受信したスロット分の時間を差し引いて処理を行う必要がある。

[0081] 図11は、本発明の実施例1において1ビットの優先情報を用いた、すなわち制御情報を各ダイナミックスロット毎に1ビットで優先/非優先の情報を定義した場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。図示の例では制御フィールドがスタティックスロットに設けられた第1の構成例のものであるが、第2の構成例の場合も同じである。

[0082] 図示の例(1)では、ノード1(101)のみがスタティックスロット1で送信したフレームの制

御フィールドでダイナミックセグメントの-slot4、7、10の優先使用を要求している。

[0083] また、図示の例では、ノード1(101)の送信可能なダイナミック-slotは-slot4、7、10であり、ノード2(102)の送信可能なダイナミック-slotは-slot5、8、11、ノード3(103)の送信可能なダイナミック-slotは-slot6、9、12となっている。さらに、ダイナミックセグメント時間(segment_length)は、そのクラスタでの最大-slot長(slot_length)×5-slot分の場合である。

[0084] 図示の例(1)のように、優先使用要求がトータルで3-slotの場合、5-slotより少ないので、非優先-slotは2-slotを割当てることが可能である。

よって、若い番号の-slot5と6を使った送信は可能であるが、slot8、9、11、12での送信はキャンセルするように該当ノードが処理を行う(図ではノード2(102)とノード3(103))。

[0085] 図示の例(2)では、ノード1(101)に加えてノード2(102)がslot5、8、11の優先使用要求を行っている。優先使用要求がトータルで6-slotの場合、全体で送信可能な-slot数は5であるため、1つ送信することができない。このときは、slot番号の大きいIDの-slotによる送信がキャンセルされる。図ではslot11である。非優先-slot分の送信可能な-slotは0である。

[0086] 図12は、本発明の実施例1において1ビットの優先情報を用いた場合のダイナミック-slotの送信処理フロー例を示す図である。制御フィールドはスタティック-slotに設定されているものとする。

[0087] まずステップS10でスタティック-slot nを受信する。次にステップS11で、ステップS10で受信したスタティック-slot nから制御情報を取得する。そしてステップS12に進み、スタティックセグメントが終了したか判定する。

[0088] 終了していなければステップS10に戻って次のスタティック-slotの処理を繰り返し、終了していればステップS20に移行する。

ステップS20では取得した制御情報から優先使用要求が出された-slot数を算出する。次にステップS21において、ステップS20で算出された優先使用要求が出された-slot数とダイナミックセグメントで送信可能な-slot数、及びダイナミック-slotのID番号から送信可能な優先-slotを決定する。

[0089] 続いてステップS22において、送信可能なダイナミックスロット数と優先使用要求が出されたスロット数の比較に基づいて優先使用要求が出されていないダイナミックスロットで送信可能なものがあるか判定する。送信可能なものがなければステップS30に移行し、送信可能なものがあるとき、ステップS23でその数を算出する。

[0090] 次にステップS24で、ステップS23で算出した送信可能な非優先スロットの数とダイナミックスロットのID番号から送信可能な非優先スロットを決定する。

続いてステップS30に移行し、ステップS21とステップS24での決定処理に基づき、ダイナミックスロットkが送信可能か判定する。

[0091] 送信可能であればステップS31に進み、送信可能でなければステップS32に進む。

ステップS31ではダイナミックスロットkを送信し、ステップS32ではバス送受信制御部により送信を中止する。

[0092] 次にステップS33に移行し、ダイナミックセグメントが終了したか判定をする。

終了していなければステップS30に戻り、次のダイナミックスロットに対する判定を繰り返す。終了していれば、ステップS10に戻り、次の通信サイクルでの処理を行う。

[0093] 上記図12のステップS10からステップS12までの処理はスタティックセグメントにおける処理であり、図11の例示では、スロット1からスロット3に対する処理に該当する。ステップS30からステップS33までの処理はダイナミックセグメントにおける処理であり、ステップS20からステップS24までの処理は、セグメント間における処理である。

[0094] 図13は、本発明の実施例1において複数ビットの優先情報を用いた場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。

図13の例示は、制御情報を2ビットにした場合であり、“11”が最高優先で順番に“10”、“01”、“00”と優先度が下がってくる例である。

[0095] 優先判定の計算方法を変更する必要はないが、最高優先から順番に送信可能か判定を行っていくことになる。

図示の例では、ノード1(101)がスロット7に要求“01”を、ノード2(102)がスロット2とスロット8に要求“10”、スロット11に要求“01”を、ノード3(103)がスロット3とスロット12に要求“11”を出している。そこで、図示の2重丸を付されたスロットが最初に送信可能と

され、次に丸印の付されたスロットが送信可能とされ、さらにその次に黒丸の付されたスロットが送信可能とされ、最後に三角印の付されたスロットが送信可能とされる。

[0096] この例ではダイナミックセグメントで7スロット送信可能としているため、非優先スロットのうちスロット1は送信可能であるが、スロット9と10は送信不可となる。

図14は、本発明の実施例1において優先情報と送信バイト数を用いた場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。

[0097] 優先使用の許可判定においては、各ダイナミックスロットで送信されるフレームは可変長であるためその使用帯域を考慮する必要がある。しかし、使用帯域が不明の場合には、ダイナミックスロットで送信されるフレームのフレーム長として、システムで取りうる最大のフレーム長を用いて許可判定を行わざるを得ない。

[0098] ところが、スロット優先割り当て判定の際、ダイナミックスロットのフレーム最大長を用いて計算すると、実際に必要な帯域に対して過剰な帯域を割り当てることが発生し、そのため、本来送信できるはずのダイナミックフレームが帯域不足により送信出来ない可能性がある。

[0099] したがって、過剰な帯域を割り当てることがないようにしたものが、図14に示す例であり、制御フィールドに対し、各ダイナミックスロットごとの優先使用要求情報に各ダイナミックスロットのデータサイズ情報を追加している。これにより、必要な帯域のみを優先要求スロットに割り当てるので帯域を有効的に使用可能となる。

[0100] 図示の例の場合、優先情報は1ビットで、送信サイズは2ビットで表している。データサイズは例えば、“00”が32ビット以下、“01”が64ビット以下、“01”が128ビット以下、“11”が256ビット以下のように分類することにより、少ないビット数である程度必要な帯域を知ることが可能となる。またそれによりデータサイズの判定も容易に実行することができる。

[0101] 帯域の割付は、まず優先順位が高い方から送信サイズにしたがってスロットの帯域を順々に割付る。ダイナミックセグメントでの送信可能サイズで全スロットを送信できない場合は、最低の優先情報かつフレームIDの大きい番号から送信をキャンセルし、送信可能サイズにまるまで判定処理を行う。

[0102] 図示の場合、ノード1からスロット4、7に、ノード2からスロット11にノード3からスロッ

ト12に優先使用要求が出されている。優先使用要求の出ているスロットの送信サイズは、スロット4が32ビット、スロット7が64ビット、スロット11と12が32ビットであり、合計が160ビットとなる。一方、非優先スロットの送信サイズは、スロット5が64ビット、スロット6が256ビット、スロット8が128ビット、スロット9が32ビット、スロット10が128ビットであり、合計608ビットである。

[0103] 優先スロットと非優先スロットの送信サイズの合計は768ビットとなるが、ダイナミックセグメント全体で送信可能なサイズが例えば600ビットとすると、すべてのスロットは送信できない。

[0104] そこで非優先で最も大きいID番号のスロット10の送信サイズ128ビットの送信をキャンセルし、以後ID番号の降順に送信可能になるまで送信をキャンセルしていくと、図示のようにさらにスロット9、8が送信不可となる。

[0105] なお、図13において説明したように優先情報を複数ビットで与える場合にも、上記と同様に送信サイズによる制御が可能であることは明らかである。

実施例 2

[0106] 次に本発明の実施例2として、ダイナミックスロットを一定時間間隔ごとにグループ分けし、グループ単位で送信可能なスロットの判定を行う態様を説明する。

先に述べたように、フレックスレイの仕様によれば、スロットIDの小さいスロットの送信が優先されるが、実施例2は、本発明による優先使用要求に既存の（優先要求されていない）スロットIDに基づく優先順位も考慮したものである。

[0107] 1通信サイクルのダイナミックセグメントを一括でなく任意にグループ分けされた単位で送信可能性を判定をする場合は、グループ単位で優先度制御を行うので、スロットIDの小さい番号が優先度が高いという本来の仕様に近い優先制御が可能になる。（スロットIDが小さい非優先フレームの送信も考慮されるという意。）

また、グループ単位でダイナミックセグメントの残り時間をもとに判定するので、非優先スロットを含め有効且つ効率的な帯域の利用が可能である。

[0108] 図15は本発明の第2の実施例を説明する図である。クラスタ構成は、図10Aに例示したものと同一である。グループ分けについては、図14に示す例ではスロット4～6がグループ1、スロット7～9がグループ2、スロット10～12がグループ3としている。

実施例2では、例えば上記グループ1～3のそれぞれのグループごとに送信スロットを判定する。

[0109] 送信スロットの判定は、図示の矢印のタイミングである、各グループ1～3の先頭のスロットの前までに行う必要がある。その場合、ダイナミックセグメント送信の残り時間を考慮して行う。例えば1番目の矢印のタイミングでのグループ1の送信スロットの判定では、ダイナミックセグメント全体の時間を使うことが可能であるが、2番目の矢印のタイミングでのグループ2のための送信スロットの判定では、グループ1で使用された時間を除いた残り時間しか使うことができない。

[0110] したがって、実施例1よりもスロットIDによる優先度を維持して送信スロットの判定をすることになる。

実施例1と同様に、優先使用要求情報をやり取りする制御フィールドは、スタティックフレームを使用することも、ダイナミックセグメントの先頭スロット(ノード分)を使用することも可能である。

[0111] 次に受信した優先使用要求情報を取得し、送信可能なスロットの判定を行う判定方法について、詳細に説明する。先に説明したように、実施例2においては、ダイナミックセグメントの各ダイナミックスロットを複数のグループに分割し、若いスロットIDを含むグループから送信可能なスロットの判定を行なう。

7. 予め複数のダイナミックスロットをグループ化しておき、グループ単位で優先使用要求スロットの数(p_n)を算出する。グループ化は、IDの番号順に任意のID数で行なう。

8. 既知であるグループ内で送信可能ダイナミックスロットの数($group_dslot_n$)と上記7.の結果から、グループ毎に優先使用要求のされていないスロットの数(np_n)を下記[式6]により算出する。

[0112] [式6] $np_n = group_dslot_n - p_n$ (n :グループ番号)

9. 以下の[式7]をもとに、先頭グループからグループ単位に送信可能な優先スロット数($allow_p_n$)、及び送信可能な非優先スロット数($allow_np_n$)を求める。

[0113] [式7] $segment_length - r_segment_length > (allow_p_n + allow_np_n) \times slot_length$

但し、

segment_length : ダイナミックセグメント長

r_segment_length: 割り当て済みダイナミックセグメントの合計

allow_p_n : 送信可能な優先スロット数 ($0 \leq \text{allow_p_n} \leq p_n$)

allow_np_n : 送信可能な非優先スロット数 ($0 \leq \text{allow_np_n} \leq np_n$)

slot_length : ダイナミックスロット長

(n: グループ番号)

割り当て済みダイナミックセグメントの合計r_segment_lengthは、次の[式8]により求める。

[0114] $n-1$

$$[\text{式}8] \quad r_segment_length = \sum ((allow_p_i + allow_np_i) \times slot_length)$$

(n番目のグループについての計算時)

各ノードでは[式7]をもとに、グループ単位に優先要求スロットの送信に必要な帯域を計算し、送信するダイナミックスロットを決定する。

[0115] また、ダイナミックセグメント内で送信可能な帯域がなくなるまで、このグループ単位での帯域の割り当てを行う。

そのために、グループ単位での判定を下記の手順を実行する。

10. まず、送信可能な優先スロット数allow_p_nを求める。

[0116] [式9] $segment_length - r_segment_length > p_n \times slot_length$

が成立すれば、allow_p_n = p_nとなり、次に下記11. に示すように、送信可能な非優先スロット数allow_np_nを求める。

[0117] [式9]が成立しない場合、次の式でallow_p_nを求める。

$$segment_length - r_segment_length = allow_p_n \times slot_length$$

$$[\text{式}10] \quad allow_p_n = (segment_length - r_segment_length) \div slot_length$$

(小数点以下切捨て)

[式9]が成立せず、この[式10]で送信可能な優先スロット数が求められた場合、送信可能な非優先スロットの割り当てはなく、また、要求されている優先スロットの中から送信可能なスロットを選択する必要がある。

[0118] この場合、スロット番号の小さい方が優先度が高くなっているので、そのスロットIDに従い送信可能なスロットが決定される。

11. [式9]が成立した場合、次のようにallow_np_nを求める。

[0119] [式7]より以下の式が展開できる。

$$\begin{aligned} \text{[式11]} \quad \text{allow_np_n} &= (\text{segment_length} - \text{r_segment_length}) \div \text{slot_length} \\ &\quad - \text{allow_p_n} \end{aligned}$$

(小数点以下切捨て)

この[式11]より非優先スロットの送信可能なスロット数が判明し、スロット番号の小さい方が優先度が高くなっているので、そのスロットIDに従い送信可能なスロットを割当てる。

12. 上記11. の処理後まだダイナミックセグメント時間が残っているなら、次のグループの処理を行う。

13. この割当てられた送信可能なスロットにより、各送信ノードが送信の有無の設定を行う。

[0120] なお、上記手順は、slot_lengthが同一の場合で求めた場合である。データ長(スロット長)も制御フィールドにおいて通知される場合には、各スロット個別のスロット長の累積和が上記各式を成立させるようにして送信可能なスロットを求めることができるのは、実施例1の場合と同様である。

[0121] また実施例1の場合と同様に、優先使用要求レベルを複数持たせる場合は、上記の優先→非優先の順番で送信可能なスロットを判定したのと同様に、高い優先レベルから順番に送信可能なスロットを決めていく。

[0122] さらに、制御フィールドの構成としてダイナミックセグメントに優先使用要求情報を送受信する第2の構成例を採用した場合には、ダイナミックセグメント時間から、優先使用要求情報の送受信したスロット分の時間を差し引いて処理を行う必要があることも実施例1の場合と同様である。

[0123] 図16は、本発明の実施例2において1ビットの優先情報を用い、かつグループ単位で優先判定を行う場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。グループ単位で優先判定を行うため、各グループの先頭までに優先判定処理を

行う必要 がある。

[0124] 図16に例示するクラスタは図15において例示したクラスタと同じであり、図示のとおり、ノード2からスロット11に対して、ノード3からスロット6とスロット9に対して優先使用要求がされているとする。

[0125] 図16の(1)、(2)に示すのは送信可能なダイナミックスロットの判定結果例である。例示のクラスタでは最大フレーム長において5つのスロットで送信可能と仮定している。

実施例2ではグループ単位で送信可能なスロットの決定を行うこと、また図16に示す例ではグループ単位で優先判定を行うことから、まず、グループ1内で優先使用要求のされているスロットがあるか判定され、スロット6に対してノード3が優先使用要求をしているので、スロット6の送信が最初に決定される。

[0126] すると、送信可能な残りのスロット数が4となり、グループ1内の残りのスロットであるスロット1とスロット2が順次送信可能なスロットとして決定される。送信可能な残りのスロット数は2となる。

[0127] 上記グループ1に対する判定処理はスロット4が始まるまでに行う必要がある。また、上述のとおり、このときはダイナミックセグメント時間全体を使用可能なものとして判定処理を実施する。このクラスタでの最大フレーム長において5つのスロットにおいて送信可能な場合、グループ1では、非優先も含め3スロット分送信が許可される。

[0128] 次にグループ2が始まるスロット7までに、グループ2のスロットについての判定が行われる。このときの優先判定で使用する時間は、グループ1で実際に使用した時間を除いたダイナミックセグメントの残り時間で行う。

[0129] 図16の(1)の例は、グループ1のスロットがすべて送信された場合である。グループ2では、スロット9に対してノード3が優先使用要求をしているので、スロット9の送信がまず決定される。残りの送信可能なスロット数は1となり、グループ2内の残りのスロットのうち最もスロットIDの小さいスロット7が送信可能と判定される。

[0130] 送信可能な残りスロットがなくなったことから、グループ3のスロット11に対してノード2から優先使用要求がされていたが、スロット11の送信はキャンセルされる。

図16の(2)の例では、スロット5に対し送信許可されていたが送信許可されたノード2では、送信要求がなく送信しなかった。このため残り時間がスロット5の分が増える。

グループ2に対する送信可能スロットの判定は、この実際に増えた時間をもとに行われる。したがって、グループ2では、非優先を含め3つのスロットに対し許可が可能となる。

[0131] 上述の説明では、優先使用要求の制御対象のダイナミックスロットを同一通信サイクルのものとしたが、次の通信サイクルのものであれば、図16の(1)の例のように判定をすることになる。そして、図16の(2)に示すのは、上記図16の(1)のように送信可能なスロットが決定されたダイナミックセグメントにおいて、実際に送信が開始された後に送信可能なダイナミックスロットを変更した例となる。各ノードは送信が許可された各スロットが実際に送信されたかを監視しており、グループ1のスロット5が送信許可されたが、実際には送信がなかったことが検出されると、次のグループ2のスロットに送信許可が再割り当てされ、スロット8の送信が許可される。

[0132] グループ3の優先判定では、それまでに5つ分のスロットを送信しているとすると、残り時間が不足し優先使用を要求されていても送信許可は与えられない。

しかし、上記優先判定処理において優先判定に使用される時間は、実際に使用できる残り時間であるため、送信許可にもかかわらず送信されないスロットがあるとその帯域をグループ3でも使用できる可能性がある。

[0133] また例えば、図16の例では送信許可されたノード全部がこのクラスタでのフレーム最大長で送信したことを想定しているが、最大フレーム長より短いフレームを送信するノードも存在するので、その場合グループ3における残り時間が増加し送信許可が与えられる可能性が高くなる。

実施例 3

[0134] ダイナミックスロットを一定時間間隔ごとにグループ分けし、グループ単位で送信可能なスロットの決定を行い、ID番号の小さい低優先スロットが出来る限り送信することを求められるような場合であっても、優先制御についてはダイナミックセグメント時間全体で実行することが求められるような、より複雑な優先制御を求められる場合がある。

[0135] 以下、本発明の実施例3として、優先使用要求はダイナミックセグメント全体で判定して優先使用要求に対しては予め帯域を確保しておき、残った帯域を非優先使用の

スロットのためにグループ単位で判定を行う態様を説明をする。

[0136] 実施例3においても、制御情報に送信バイト数を含めた個別スロット長対応も上記実施例1、2と同じく可能であり、また、優先使用要求レベルを複数持たせる場合は、上記実施例1、2と同じく優先→非優先の順番のように高い優先レベルから順番に使用帯域を決めていくことができる。

[0137] 実施例3によれば、グループ単位で送信可能スロットの判定を行うので、スロットIDの小さい番号が優先度が高いという本来の仕様に近い優先制御が可能になる(スロットIDが小さい非優先フレームの送信も考慮されるという意。)。かつ、スロットIDが大きく低優先であるスロットでも、必ず送信可能となる優先制御が可能となり、さらなるきめ細かな制御ができる。

[0138] さらに、グループ単位でダイナミックセグメントの残り時間をもとに制御するので、非優先スロットを含め有効的かつ効率的な帯域の利用が可能である。

図17は、本発明の実施例3において1ビットの優先情報を用いた場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。クラスタ構成や優先使用要求は図16に例示したものと同一である。

[0139] まず、優先使用要求の処理を行う。図示の例では、スロット6と9と11が優先使用要求の対象であるので、それらに対し送信許可の判定を行う。

次にグループ1の送信判定を行う。判定時期はスロット4が始まるまでに行う必要がある。このクラスタで最大フレーム長において5つのスロットが送信可能である場合、既に送信許可を判定した優先使用の3スロットがあるので、残り2スロットに対して送信許可の判定をすることが可能である。したがって、グループ1内の残りのスロットであるスロット4とスロット5が順次送信可能なスロットとして決定される。結局グループ1では3スロットが送信許可と判定される。

[0140] 次に、グループ2では、グループ1で全スロットにおいて送信された場合、残り時間が優先使用分のみなので、優先使用であるスロット9のみ送信許可と判定される。

さらに、グループ3では、グループ2と同様に優先使用分のみであるためスロット11が送信許可と判定される。

[0141] 以上のようにして、図17の(1)に示す判定結果が得られる。

しかし、図16において説明したように、各グループが始まる前に実際の残り時間で判定を行うため、スロット5のように送信を許可されたがノード2で送信要求が無いため実際には送信されない場合は、図17の(2)に示すようにグループ2ではスロット7に対し送信許可を与えることが可能となる。

[0142] また、上記図17の例示では最大フレーム長でのフレームを想定して説明しているが、実際のフレーム長で考えた場合、残り時間が増加しグループ2および3において送信許可される可能性が高くなることは、図16に示した例と同様である。そのほか、図17に示す例についていえることは、ダイナミックセグメント全体で優先判定を行うことを除いて、図16に示した例の場合と同様である。

[0143] 図18は、本発明の実施例3において複数ビット(2ビット)の優先情報を用い、かつ最高優先度とその次の優先度の優先要求に対してダイナミックセグメント全体で優先判定を行う場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。

[0144] 図13の例示と同様に図18に示すものは、制御情報を2ビットにした場合であり、“11”が最高優先で順番に“10”、“01”、“00”と優先度が下がってくる例である。

クラスタ構成、優先情報、最大フレーム長において7つのスロットで送信可能とする点は図13に示したものと同様である。

[0145] まず最高優先順位で使用要求がされている図示の2重丸を付されたスロット6とスロット12が送信可能と判定され、次に丸印の付された2番目の優先順位で使用要求がされているスロット5とスロット8が送信可能と判定される。

[0146] 3番目以降の優先順位で使用要求がされているスロットについてはグループごとに判定される。すなわち、図16に示した例と同じ手法で判定される。

既に送信可能と判定されたスロット数が4であり、残りスロット数は3であるから、グループ1では残りのスロット4が送信可能と判定される。さらに残りスロット数が2あるので、グループ2の優先度が“01”である黒丸印の付されたスロット7が送信可能と判定され、次に優先度が“00”である三角印の付されたスロット9が送信可能と判定される。

[0147] 上記説明においては、最高優先度とその次の優先度の優先要求に対してダイナミックセグメント全体で優先判定を行うとしたが、それ以外の優先度の組み合わせについて、ダイナミックセグメント全体で優先判定を行うことも可能である。

[0148] また、図18に示した例においても、グループ単位の判定においては実際の残り時間をもとに判定していくため、非優先使用であるスロットも有効且つ効果的に送信が可能となる。

[0149] 図19は、本発明の実施例3において優先情報と送信バイト数を用いた場合の送信可能なダイナミックスロットの判定例を説明する図である。クラスタ構成、優先情報、送信バイト数情報及びダイナミックセグメント全体で送信可能なサイズ600バイトは、図14に示した例と同じである。優先判定制御はダイナミックセグメント一括で行う。

[0150] まず優先度が高いスロットから送信サイズにしたがってスロットの帯域を順々に割付る。図示の例では、二重丸を付したスロット4、スロット7、スロット11、スロット12に優先使用要求がされているので、それぞれの送信バイト数を最大サイズの600バイトを超えないかチェックをしながら加えていく。すると、優先要求のあるスロットの合計サイズは160バイトとなり、600バイト以下である。

[0151] そこで、次にグループ単位での非優先スロットの送信割付を行う。

グループ1では、スロット5では送信バイト数として64バイト、スロット6では送信バイト数として256バイトが要求されている。160バイトに64バイトと256バイトを足すと480バイトであるので、丸印の付されたスロット5とスロット6は送信可能と判定される。グループ2でも送信可能となるスロットが存在しうが、非優先スロットのうちスロットIDの若い番号のスロット8の送信バイト数が128であるため、スロット8は送信不可となる。

[0152] 図19に示した例ではスロット8以降のスロットは送信不可としているが、グループ2において、スロット9の送信バイト数は32であるので、このような場合スロット9の送信を許可するような判定も可能である。つまり、送信バイト数が大きくて送信不可となったスロットの後に残りバイト数の範囲で送信可能なスロットがあればそのスロットの送信が可能であると判定することも可能である。

[0153] また、スロット8のように残りバイト数が不足するため送信不可となったスロットにおいて、それが適切であれば送信バイト数を減らして送信することもできる。

請求の範囲

- [1] 固定領域と可変領域から成るセグメント構成を特徴とするTDMA方式を採用した送受信システムにおいて、
- 各通信サイクル内にダイナミックスロット送信の優先制御を行うための制御フィールドを設け、
- 前記送受信システムのノードは、
- 前記制御フィールドに該ノードが送信可能なダイナミックスロットに対する優先使用要求を含む制御情報を設定し、前記ダイナミックスロットの優先使用要求を前記送受信システム内の全ノードに通知することを特徴とする送受信システム。
- [2] 前記制御フィールドに設定された制御情報は、優先使用を要求する前記ダイナミックスロット毎の優先使用要求を示す制御ビットを含んで構成されることを特徴とする請求項1に記載の送受信システム。
- [3] 前記制御ビットは複数ビットからなり、前記優先使用要求に複数の優先度を設けたことを特徴とする請求項2に記載の送受信システム。
- [4] 前記制御フィールド内の制御情報は当該ダイナミックスロットで送信するデータのサイズ情報を含むことを特徴とする請求項1又は2に記載の送受信システム。
- [5] 同一通信サイクル内の全てのノードの前記送信可能なダイナミックスロットを一定時間間隔ごとに複数のグループに分け、該グループごとに、該グループに属するダイナミックスロットに対する前記制御情報に基づいて同一通信サイクルあるいは次の通信サイクルで実際に送信可能なダイナミックスロットを判定することを特徴とする請求項1又は2に記載の送受信システム。
- [6] 固定領域と可変領域から成るセグメント構成を特徴とするTDMA方式を採用した送受信システムであって各通信サイクル内にダイナミックスロット送信の優先制御を行うための制御フィールドが設けられた送受信システム内の他のノードと通信を行うノードにおいて、
- 自ノードが送信可能なダイナミックスロットの優先使用要求を含む制御情報を前記制御フィールドに設定して送信する制御情報送信手段と、
- 1つの通信サイクル内においてクラスタ内の全てのノードから送信された前記制御

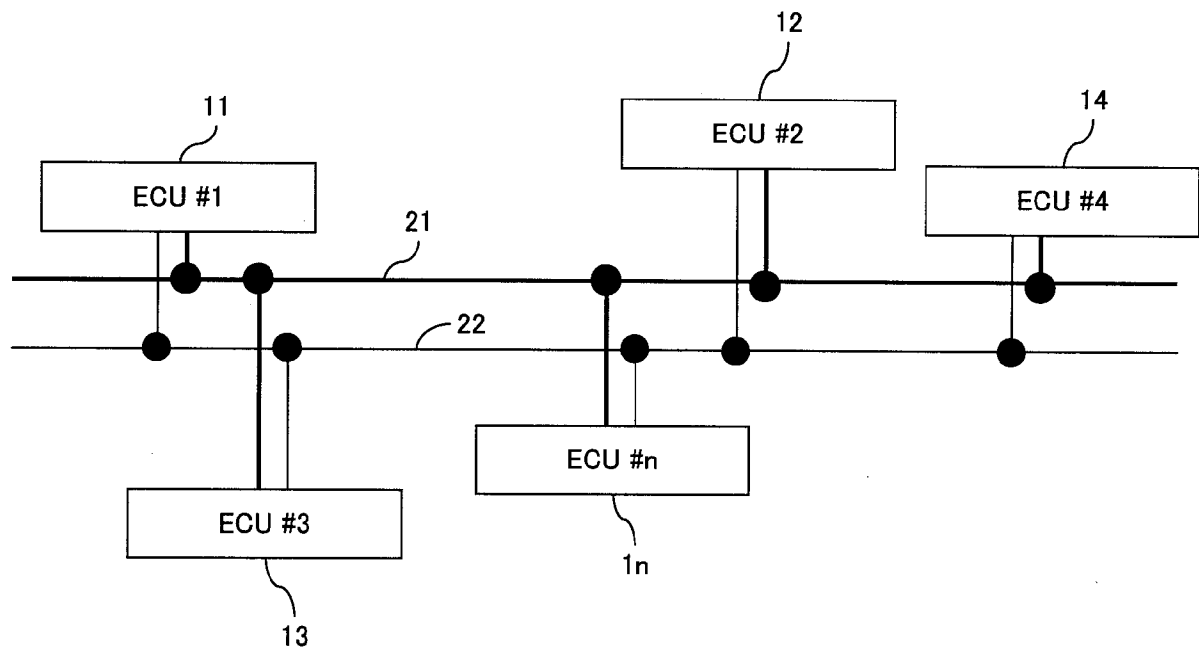
情報に基づいて同一通信サイクルあるいは次の通信サイクルで実際に送信可能なダイナミックスロットを判定する判定手段と、

を備えたことを特徴とするノード。

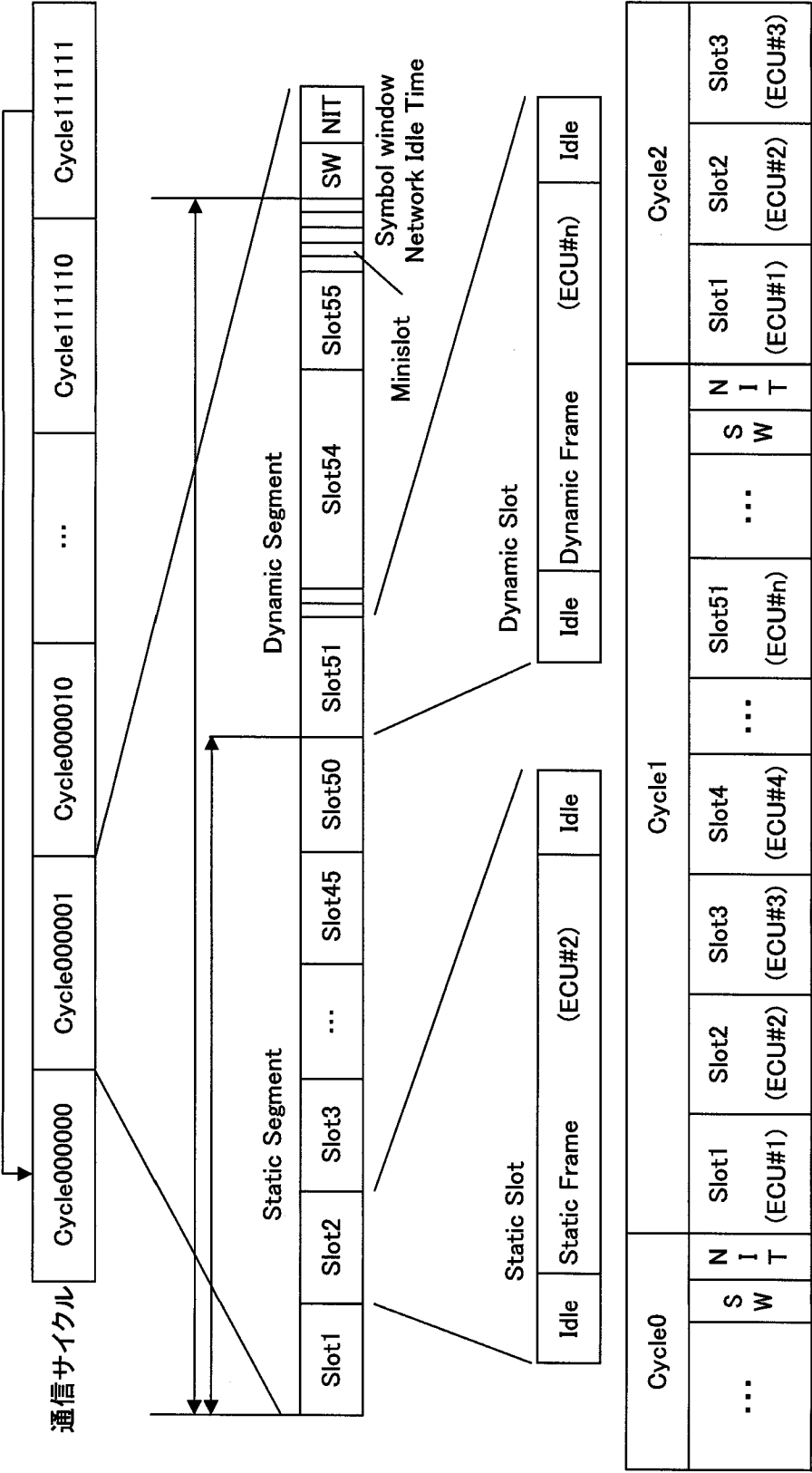
- [7] 前記制御情報送信手段は、前記制御情報に前記ダイナミックスロット毎の優先使用要求を示す制御ビットを含めて前記制御フィールドに設定することを特徴とする請求項6に記載のノード。
- [8] 前記制御フィールドを自ノードに割り付けられたスタティックスロットに格納して通知することを特徴とする請求項6又は7に記載のノード。
- [9] 前記制御フィールドをダイナミックセグメントの先頭部分の自ノードに割り付けられたダイナミックスロットに格納して通知することを特徴とする請求項6又は7に記載のノード。
- [10] 前記制御フィールド内の制御情報として当該ダイナミックスロットで送信するデータのサイズ情報を含めることを特徴とする請求項6又は7に記載のノード。
- [11] 前記判定手段は、同一通信サイクル内の全ての前記制御フィールドに設定された前記制御情報に基づいて、同一通信サイクルあるいは次の通信サイクルで実際に送信可能なダイナミックスロットを判定することを特徴とする請求項6又は7に記載のノード。
- [12] 前記判定手段は、同一通信サイクル内の全てのノードの前記送信可能なダイナミックスロットを一定時間間隔ごとに複数のグループに分け、該グループごとに、該グループに属するダイナミックスロットに対する前記制御情報に基づいて同一通信サイクルあるいは次の通信サイクルで実際に送信可能なダイナミックスロットを判定することを特徴とする請求項6又は7に記載のノード。
- [13] 前記判定手段は、前記グループごとにさらにダイナミックセグメントの実際の残り時間に基づいて送信可能なダイナミックスロットを判定することを特徴とする請求項12に記載のノード。
- [14] 前記判定手段は、優先使用要求のされているダイナミックスロットについては、一括して同一通信サイクルあるいは次の通信サイクルで実際に送信可能か判定することを特徴とする請求項12に記載のノード。

- [15] 前記判定手段は、前記制御ビットは複数ビットからなり、前記優先使用要求に複数の優先度が設けられ、
2番目までの優先度で優先使用要求のされているダイナミックスロットについては、一括して同一通信サイクルあるいは次の通信サイクルで実際に送信可能か判定することを特徴とする請求項14に記載のノード。
- [16] 固定領域と可変領域から成るセグメント構成を特徴とするTDMA方式を採用した送受信システムの通信方法において、
各通信サイクル内にダイナミックスロット送信の優先制御を行うための制御フィールドを設け、
前記送受信システムのノードは、
前記制御フィールドに該ノードが送信可能なダイナミックスロットに対する優先使用要求を含む制御情報を設定し、前記ダイナミックスロットの優先使用要求を前記送受信システム内の全ノードに通知することを特徴とする通信方法。
- [17] 前記制御フィールドに設定された制御情報は、優先使用を要求する前記ダイナミックスロット毎の優先使用要求を示す制御ビットを含んで構成されることを特徴とする請求項16に記載の通信方法。
- [18] 前記制御ビットは複数ビットからなり、前記優先使用要求に複数の優先度を設けたことを特徴とする請求項17に記載の通信方法。
- [19] 前記制御フィールド内の制御情報は当該ダイナミックスロットで送信するデータのサイズ情報を含むことを特徴とする請求項16又は17に記載の通信方法。
- [20] 同一通信サイクル内の全てのノードの前記送信可能なダイナミックスロットを一定時間間隔ごとに複数のグループに分け、該グループごとに、該グループに属するダイナミックスロットに対する前記制御情報に基づいて同一通信サイクルあるいは次の通信サイクルで実際に送信可能なダイナミックスロットを判定することを特徴とする請求項16又は17に記載の通信方法。

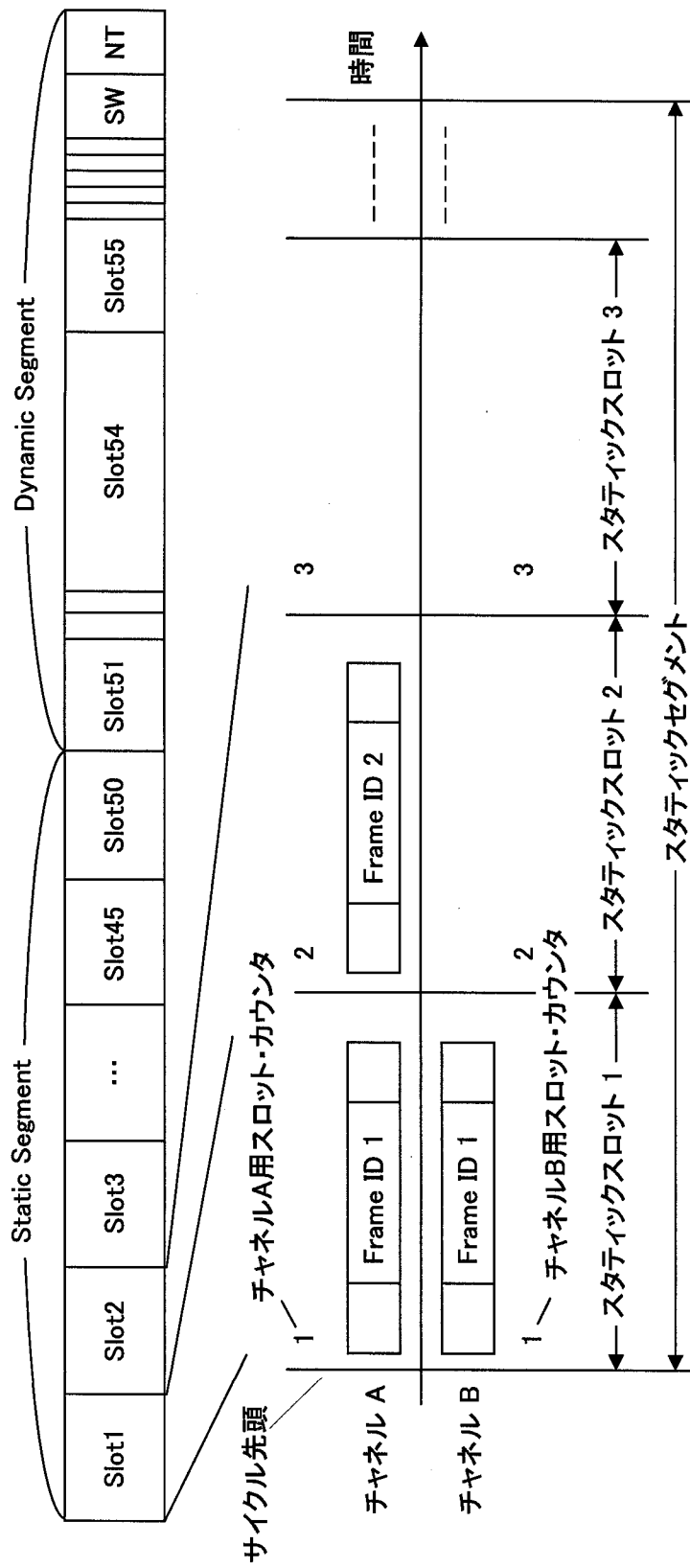
[図1]



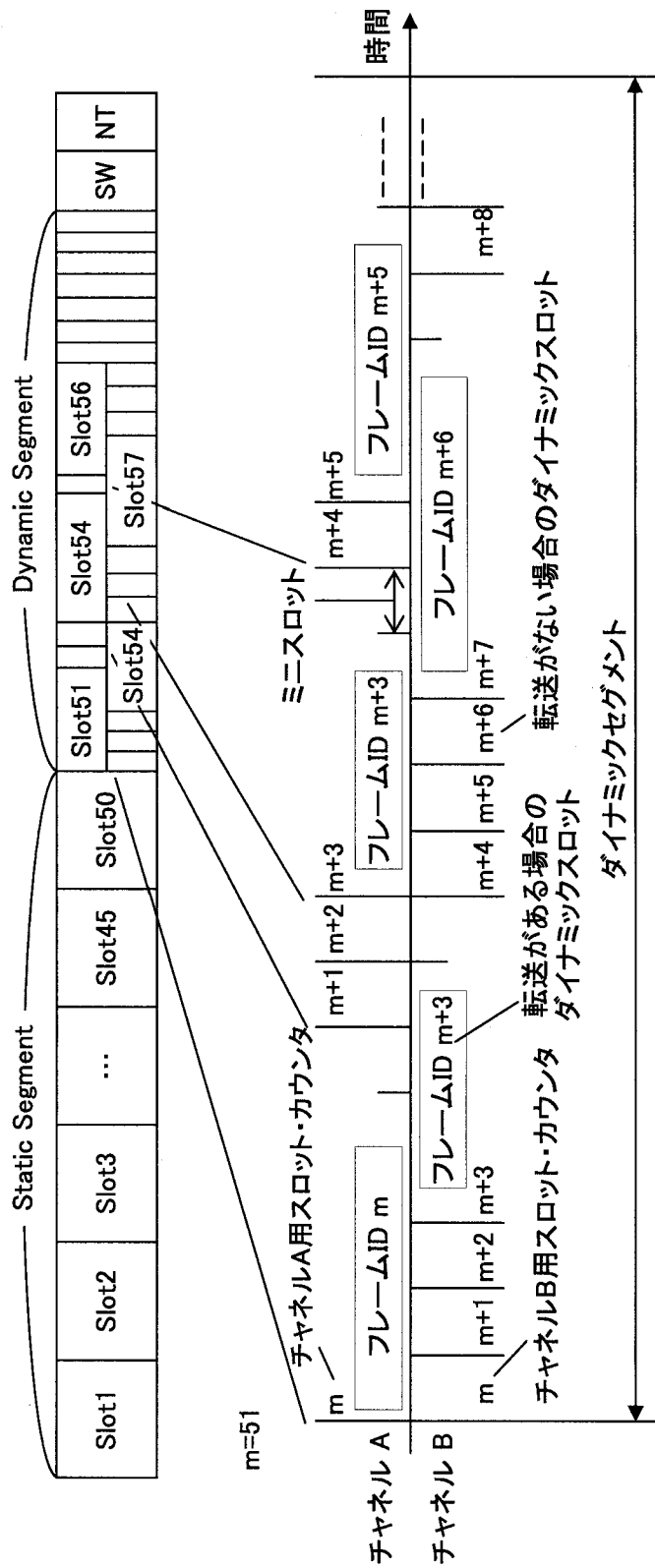
[図2]



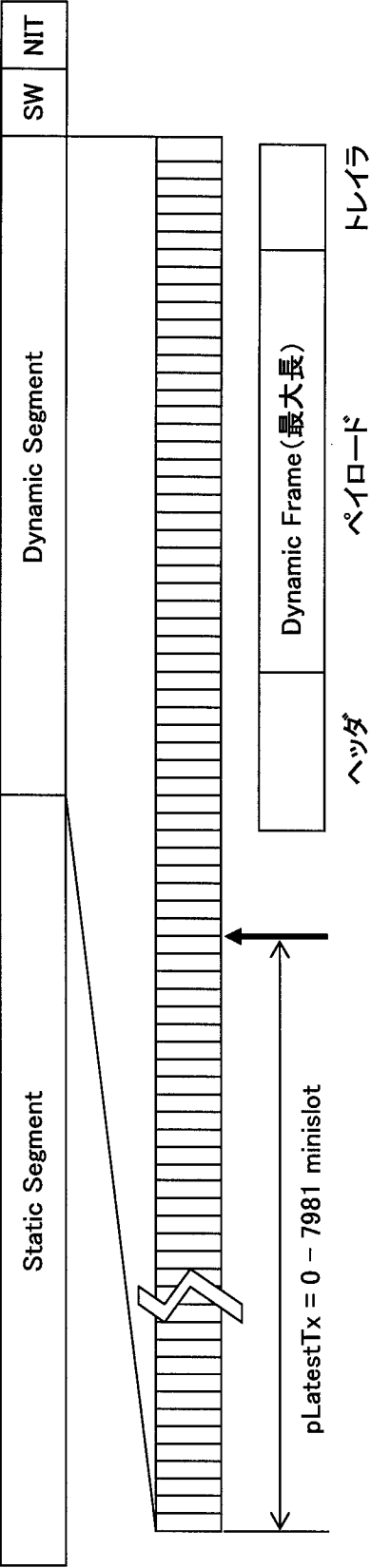
[図3]



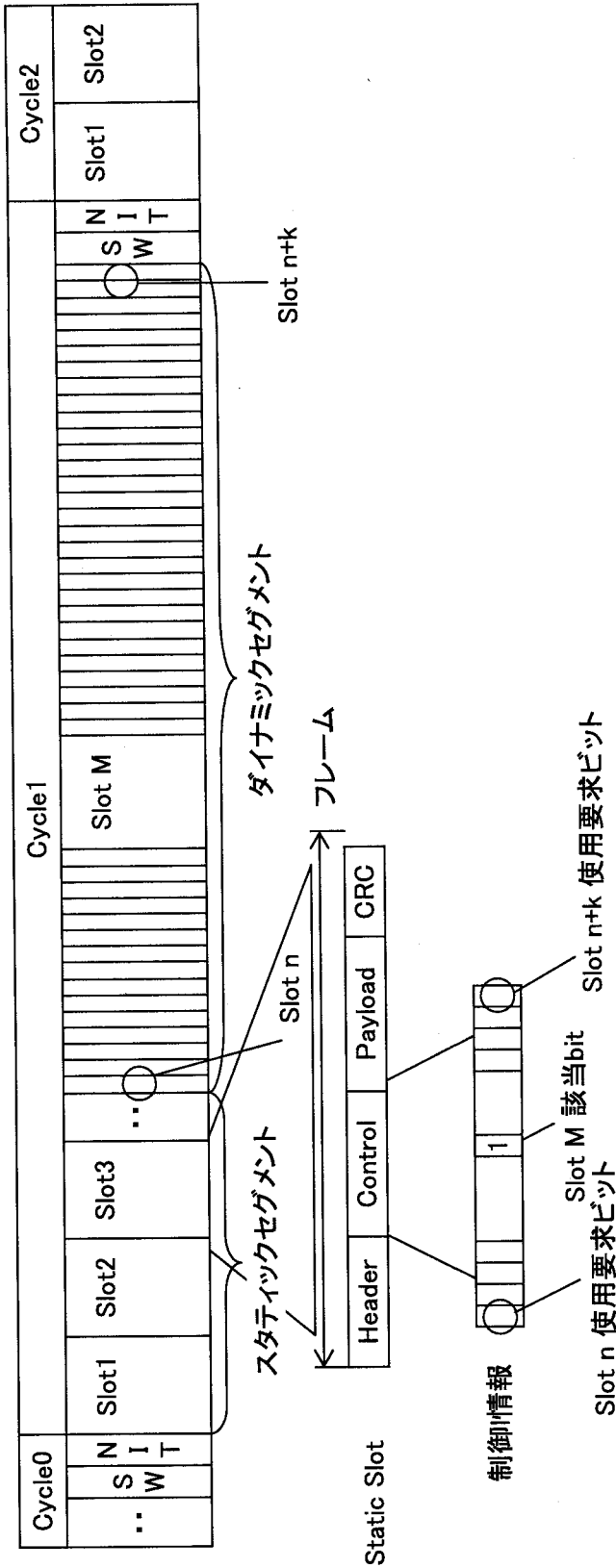
[図4]



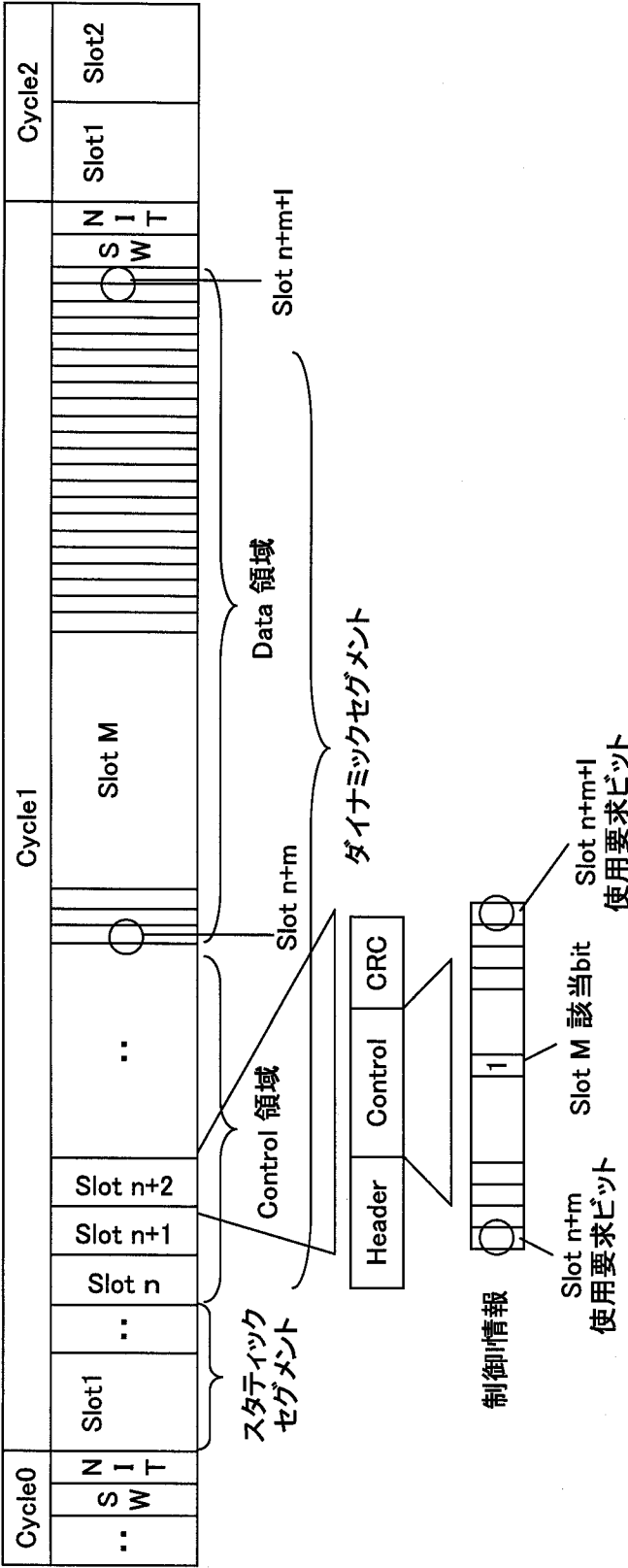
[図5]



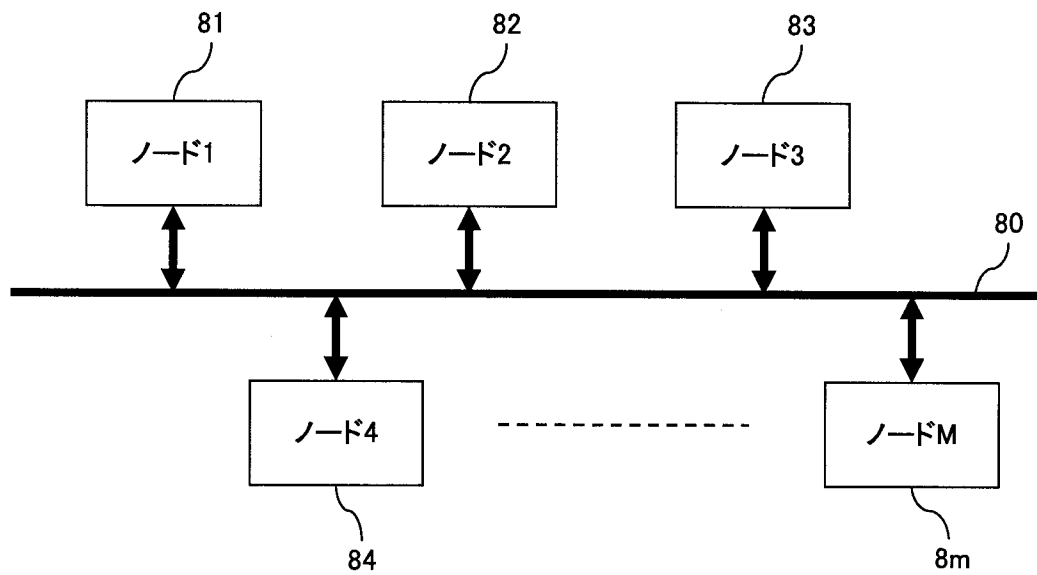
[図6]



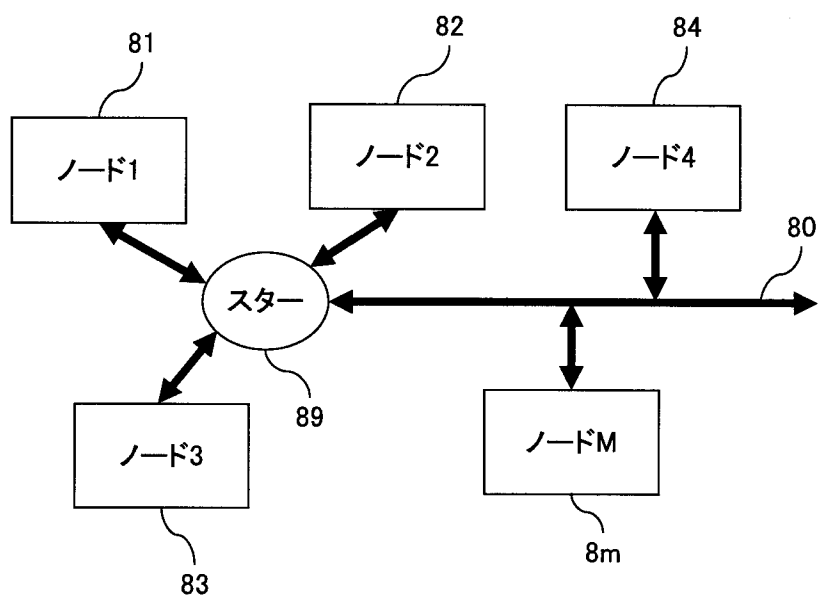
[図7]



[図8A]



[図8B]



The diagram illustrates a communication control system (90) enclosed in a large rectangle. At the top, a CPU (91) is connected to a communication control unit (92) via a bidirectional arrow. The communication control unit (92) is a large rectangle containing several sub-components:

- CPU-IF (93):** A central interface block connected to the CPU (91) and other internal blocks.
- メッセージ情報 (Message Information):** A block at the bottom left, connected to CPU-IF (93) via a bidirectional arrow (97).
- 優先情報 (Priority Information):** A block at the bottom center, containing sub-blocks **Tx** and **Rx**. It is connected to CPU-IF (93) via a bidirectional arrow (99).
- タイミング制御 (Timing Control):** A block at the bottom right, connected to CPU-IF (93) via a bidirectional arrow (94).
- バス送受信制御 (Bus Transmission/Reception Control):** A block at the bottom right, connected to the Timing Control block (94) via a bidirectional arrow (95).

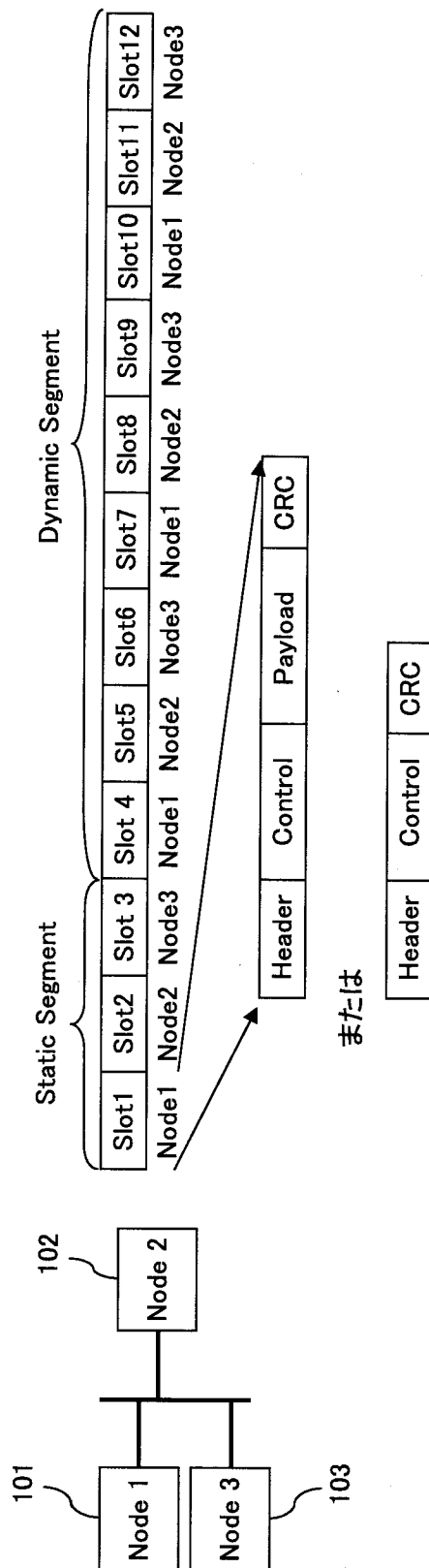
External connections are shown as follows:

- A bidirectional arrow (96) connects the Tx/Rx sub-blocks of the Priority Information block to the Timing Control block.
- A bidirectional arrow (98) connects the Tx/Rx sub-blocks of the Priority Information block to the Bus Transmission/Reception Control block.
- A bidirectional arrow connects the Bus Transmission/Reception Control block to the outside of the system (90).

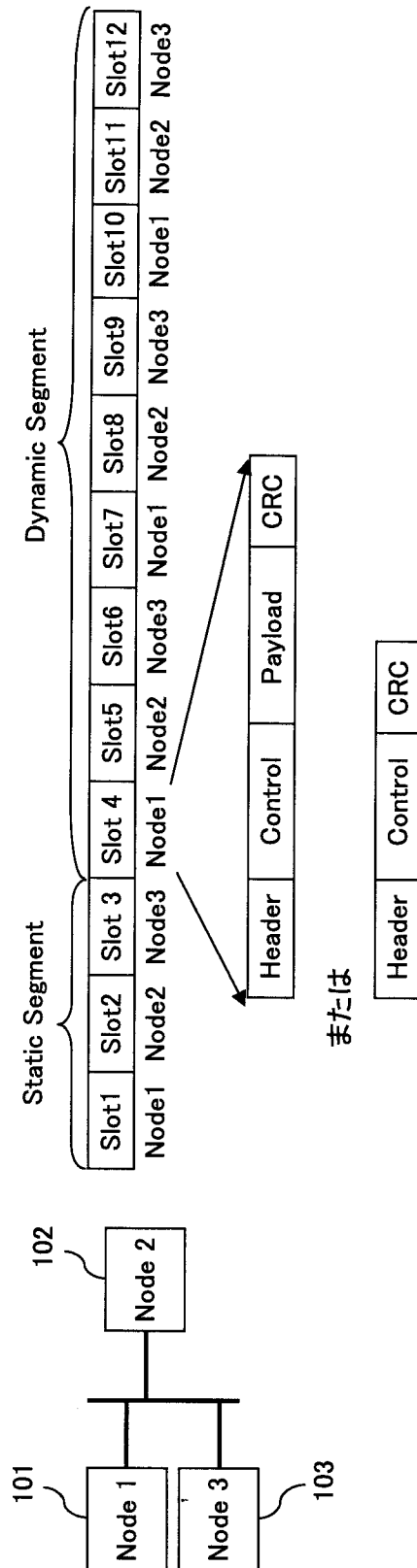
Legend:

- Tx: 自ノード要求優先情報 (Self-node request priority information)
- Rx: 受信優先情報 (Received priority information)

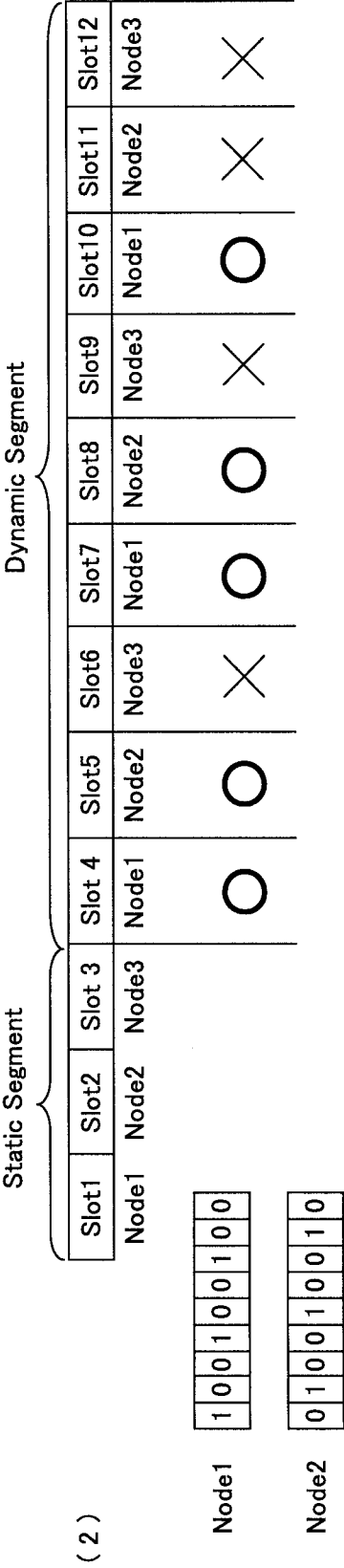
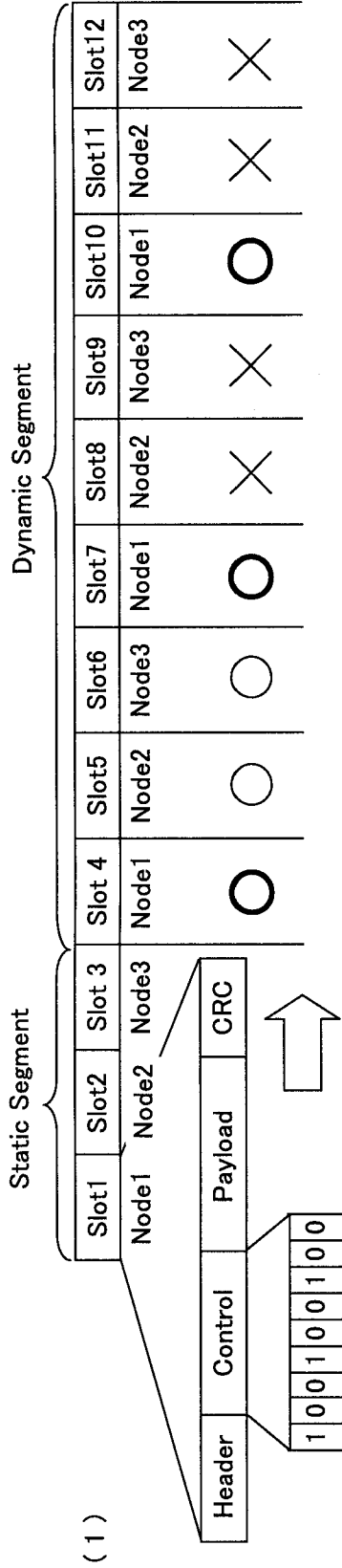
[図10A]



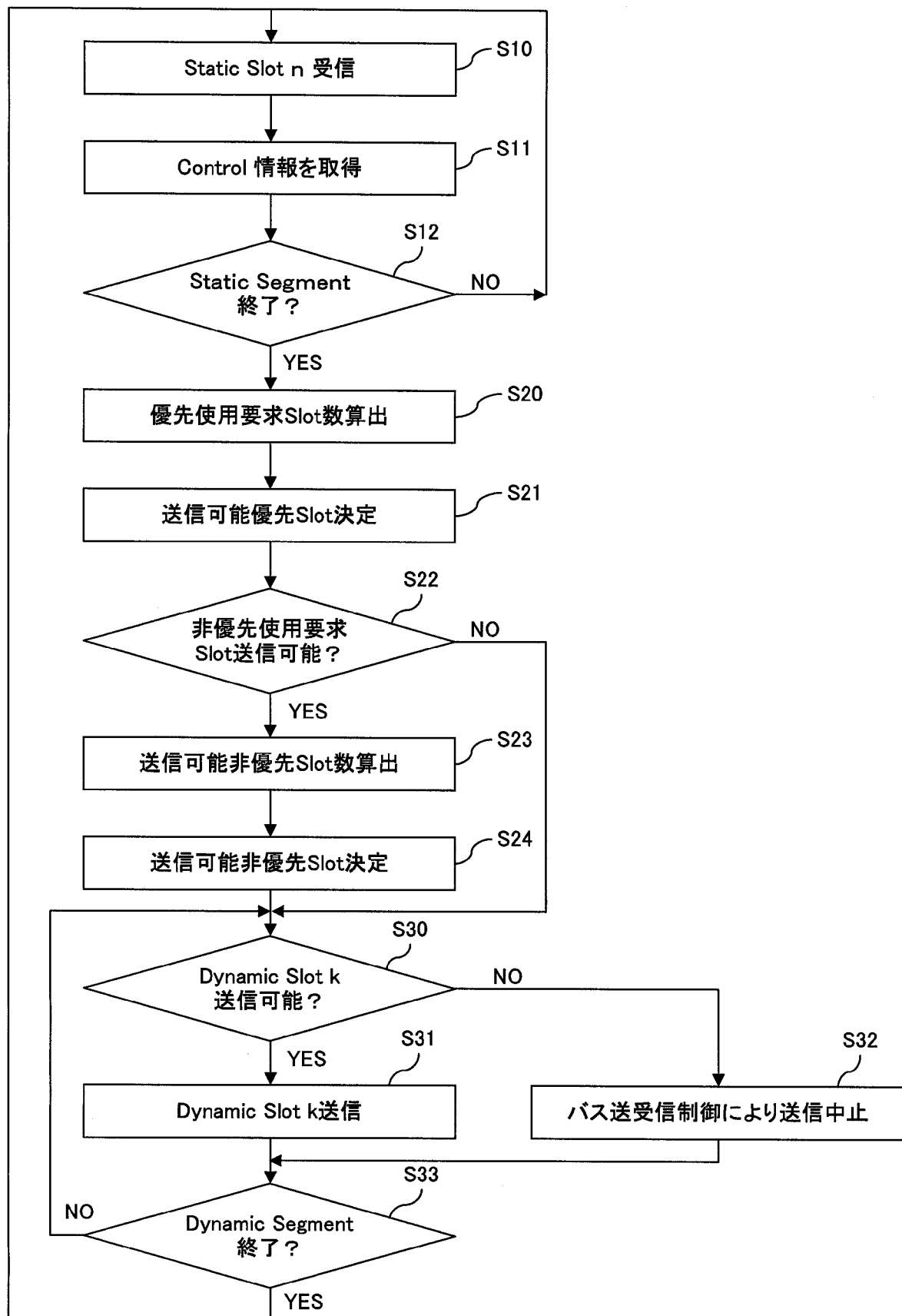
[図10B]



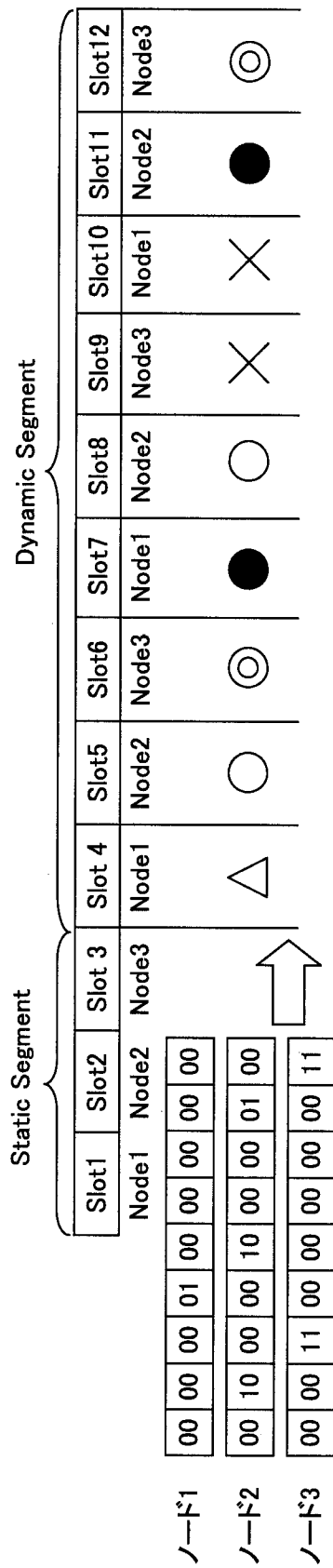
[図11]



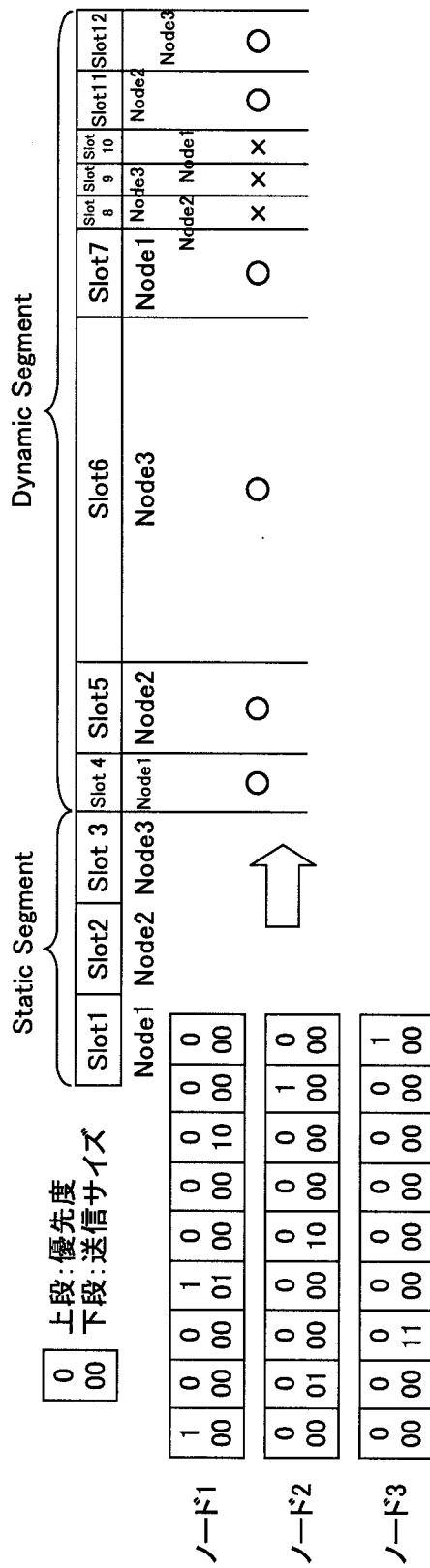
[図12]



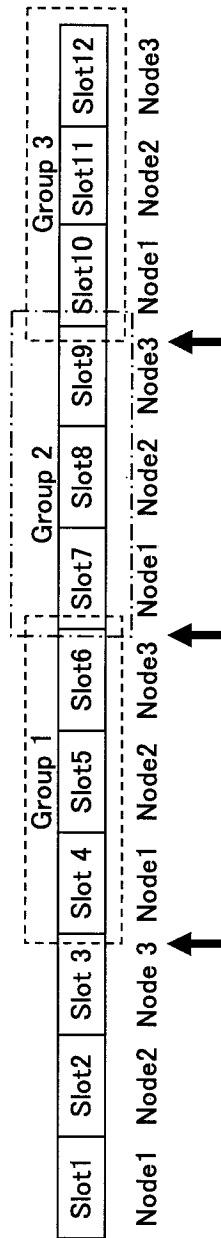
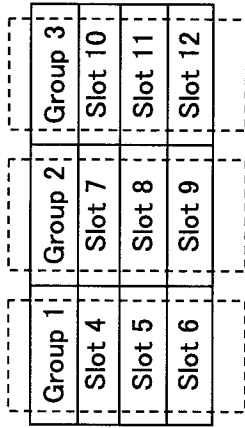
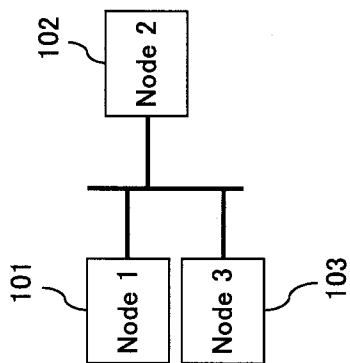
[図13]



[図14]



[図15]



Node1
Node2
Node3

$$\begin{array}{ccc} \text{1-1} & \text{1-2} & \text{1-3} \end{array}$$

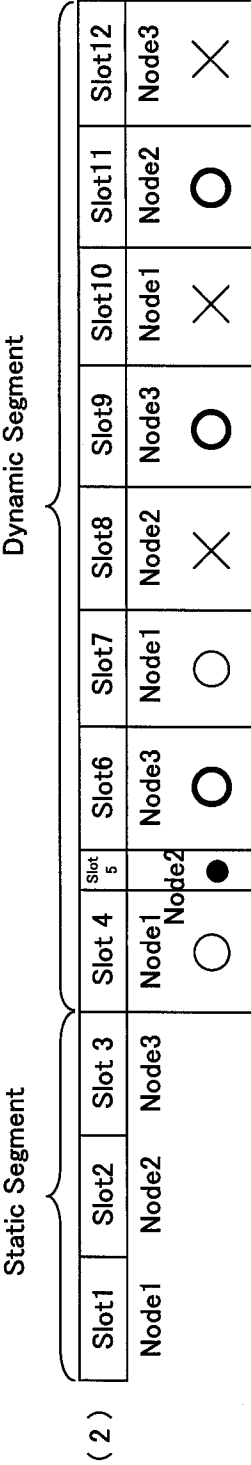
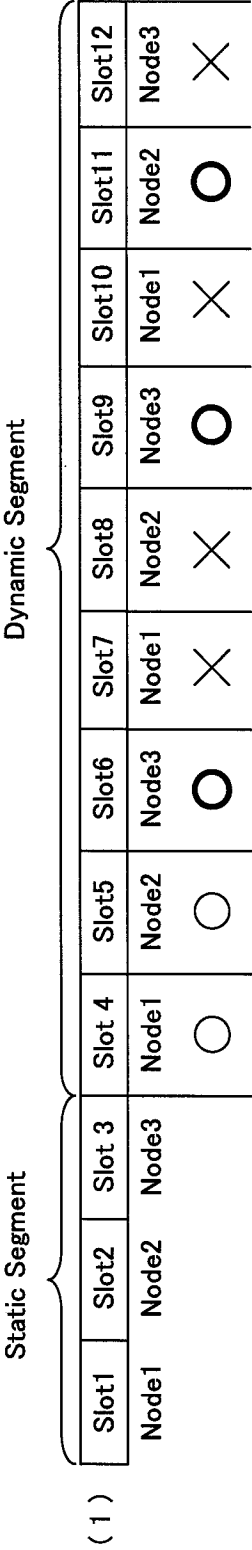
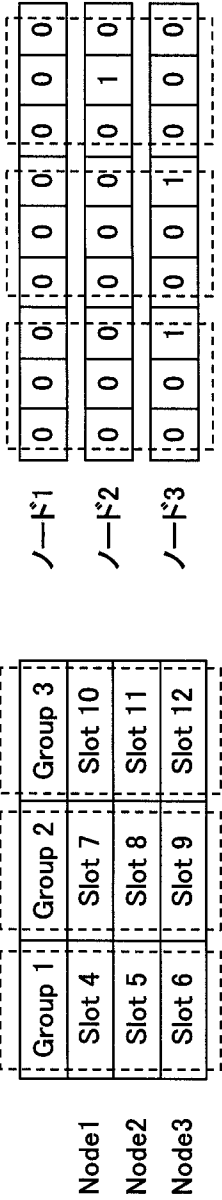
Static Segment

(1)

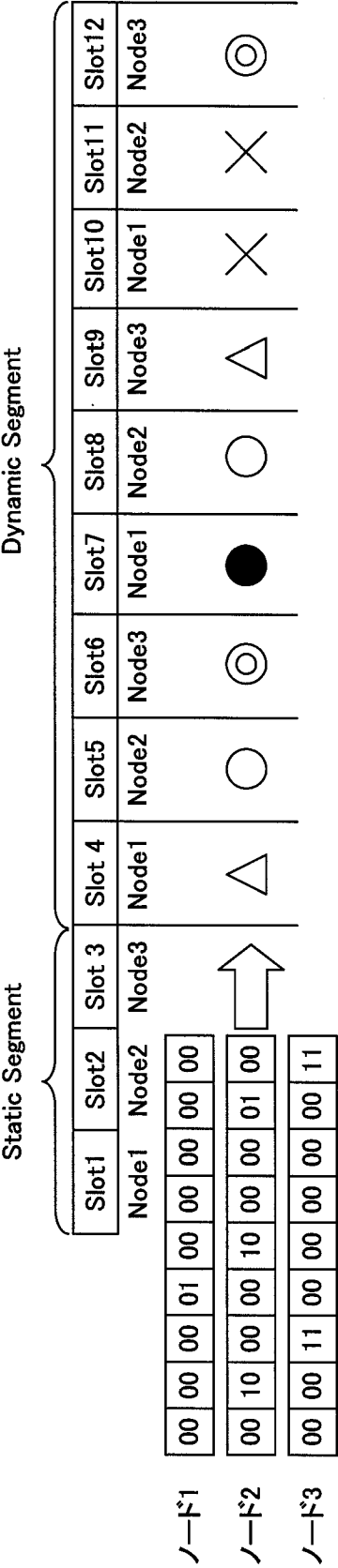
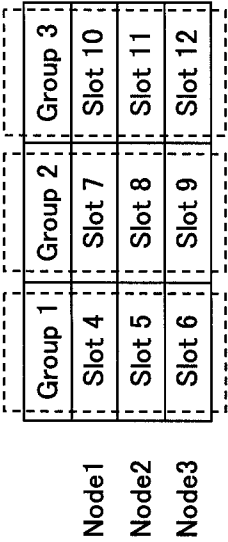
Static Segment

(2)

[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/319419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J3/16(2006.01) i, H04L12/407(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04J3/16, H04L12/407

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-500960 A (Honeywell Inc.), 07 January, 2003 (07.01.03), Par. Nos. [0025] to [0039]; Fig. 2	1, 3, 4, 6, 8-11, 16, 18, 19
A	& EP 1183826 A2 & BR 11301 A & WO 2000/072156 A2 & EP 1183826 B1 & DE 60020115 E & DE 60020115 T2 & US 7009996 B1	2, 5, 7, 12-15, 17, 20
A	JP 2006-509388 A (Freescale Semiconductor, Inc.), 16 March, 2006 (16.03.06), Full text; Figs. 1 to 3 & WO 2004/051925 A2 & US 2006/0045133 A1 & GB 2396084 A	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 October, 2006 (13.10.06)

Date of mailing of the international search report
24 October, 2006 (24.10.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/319419

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-253922 A (Fujitsu Ten Ltd.), 21 September, 2006 (21.09.06), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04J3/16(2006.01)i, H04L12/407(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04J3/16, H04L12/407			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 0 6 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 6 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 6 年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X	JP 2003-500960 A（ハネウェル・インコーポレーテッド）2003.01.07 ，段落[0025]-[0039]，第2図 & EP 1183826 A2 & BR 11301 A & WO 2000/072156 A2 & EP 1183826 B1 & DE 60020115 E & DE 60020115 T2 & US 7009996 B1	1, 3, 4, 6, 8-11, 16, 18, 19	
A		2, 5, 7, 12-15, 17, 20	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献	
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 1 3 . 1 0 . 2 0 0 6		国際調査報告の発送日 2 4 . 1 0 . 2 0 0 6	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 石井 研一	5 K 3 3 6 2
		電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2006-509388 A (フリースケール セミコンダクター インコーポレイテッド) 2006.03.16, 全文, 第1-3 図 & WO 2004/051925 A2 & US 2006/0045133 A1 & GB 2396084 A	1-20
A	JP 2006-253922 A (富士通テン株式会社) 2006.09.21, 全文, 第1 図 (ファミリーなし)	1-20